

**Univerzita Hradec Králové**  
**Fakulta informatiky a managementu**  
**Katedra managementu**

**Možnosti využití virtuální reality**  
(Virtual reality application)  
Bakalářská práce

Autor: Jiří Tomášek  
Studijní obor: Informační management (im3-p)

Vedoucí práce: Ing. Václav Zubr, Ph.D.  
Odborný konzultant: Ing. Filip Kulka

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a s použitím uvedené literatury.

V Hradci Králové dne 19.4.2023

.....

#### Poděkování:

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Václavu Zubrovi, Ph.D. za metodické vedení, vstřícný přístup, pečlivou kontrolu a správně mířené dotazy k finalizaci práce. Také děkuji všem respondentům a vedoucímu práce ve Škoda Auto za proaktivní a vstřícný přístup, který měl za následek obsáhlé zpracování kompletního výzkumu.

## **Anotace**

Cílem této bakalářské práce je především výzkum využití virtuální reality v byznysové sféře i mimo ni. Obeznamení se s pojmy virtuální realita, augmentovaná realita, mixovaná realita a jejich rozdílné použití. Jednoduché představení jejich technologického fungování. Výzkum použití virtuální reality ve světě, dle průzkumu dostupných zdrojů, dohledání případů užití a následné seznámení s nimi. Uvedení jednotlivých příkladů v určitých odvětvích. Sdělení vlastních zkušeností s virtuální realitou v odvětví zábavy, komunikace i byznysu. V práci lze nalézt také vlastní výzkum využití napříč celou společností Škoda Auto. Po přečtení této práce lze tedy získat jasný přehled o sféře virtuální reality a jak ji nejlépe využít pro svůj byznys.

## **Annotation**

### **Title: Virtual reality application**

The main aim of this bachelor thesis is to research the use of virtual reality in the business sphere and beyond. Introduction to the concepts of virtual reality, augmented reality, mixed reality and their different usages. A simple introduction of their technological functioning. Research on the use of virtual reality in the world, according to the study of available literature, identifying use cases and then introducing them. Presentation of individual examples in specific industries. Sharing personal experience with virtual reality in the entertainment, communication, and business areas. The thesis also contains its own research of usage throughout the Skoda Auto company. After reading this thesis one can then get a clear overview of the field of virtual reality and how it can be used for their own business.

# Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíl práce a metodika zpracování .....	2
3	Základní rozdělení virtuální reality .....	3
3.1	Virtuální realita .....	3
3.1.1	Moderní soupravy pro VR (HMD) .....	4
3.2	Augmentovaná realita .....	4
4	Jak funguje virtuální realita.....	6
4.1	Virtuální realita .....	6
4.2	Augmentovaná realita .....	7
5	Využití Virtuální reality ve specifických oblastech .....	8
5.1	Zábavní průmysl .....	9
5.1.1	Herní průmysl.....	9
5.1.2	Filmový průmysl .....	9
5.1.3	Hudební průmysl .....	10
5.1.4	Sport .....	10
5.1.5	Zábavní parky .....	11
5.2	Použití VR pro komunikaci a použití v osobním životě.....	11
5.3	Použití v komerční sféře .....	12
5.3.1	Vzdělávání .....	12
5.3.2	Medicína .....	13
5.3.3	Architektura.....	14
5.3.4	Bezpečnostní složky .....	19
5.3.5	Geografie .....	21
6	Aktuálně řešené otázky ve světě VR .....	22
6.1	Technické nedostatky.....	22

6.2	Nebezpečí virtuální reality .....	22
6.3	Budoucnost VR.....	22
6.4	Czech Saber.....	23
7	Vlastní výzkum – Škoda Auto .....	24
7.1	Technické vybavení.....	24
7.1.1	Technické předpoklady.....	24
7.1.2	HMD ve Škoda Auto .....	25
7.1.3	Powerwall.....	26
7.2	Využívaný software pro VR.....	26
7.2.1	Autodesk VRED.....	26
7.2.2	VRUT 2.0.....	27
7.3	Technologie počítačového renderování .....	28
7.3.1	Raytracing.....	28
7.3.2	OpenGL .....	28
7.4	Design .....	29
7.4.1	Exteriér .....	29
7.4.2	Interiér.....	29
7.5	Vývoj.....	29
7.5.1	Virtuální prezentace .....	30
7.6	Pilotní hala .....	31
7.7	Podpora prodeje .....	32
7.7.1	Car konfigurátor.....	32
7.7.2	Digitální showroom .....	32
7.7.3	Virtuální showroom.....	34
7.8	Ergonomie.....	36
7.8.1	Simulace ergonomie ve VR.....	36

7.8.2	Virtuální realita a duševní pohoda.....	37
7.9	VR tréninky a nástupní školení pro výrobu .....	37
7.9.1	Lakovna .....	38
7.9.2	Obsluha robotů.....	39
7.9.3	Logistika .....	40
7.9.4	Úvod do e-mobility.....	42
8	Shrnutí výsledků.....	43
9	Závěry a doporučení .....	44
10	Seznam použité literatury .....	45
11	Přílohy.....	49

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Základní rozdělení virtuální reality .....	3
Obrázek 2: První generace HMD od Oculus – CV1 .....	4
Obrázek 3: VR Ink (Replika nástroje při operaci mozku) .....	14
Obrázek 4: AR v architektuře .....	14
Obrázek 5: VR a AR případy užití v architektuře.....	17
Obrázek 6: VR postroj k ovládání dronů.....	19
Obrázek 7: VR trénink pro hasiče.....	21
Obrázek 8: Varjo VR a XTAL .....	25
Obrázek 9: Powerwall vizualizace.....	31
Obrázek 10: Digitální showroom s využitím VR.....	33
Obrázek 11: Virtuální showroom .....	35
Obrázek 12: Virtuální showroom – Enyaq Coupe iV vRS (exteriér) .....	35
Obrázek 13: Virtuální showroom – Enyaq Coupe iV vRS (interiér) .....	35
Obrázek 14: Simulace v CATIA .....	36
Obrázek 15: Simulace ve VR .....	37

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Seznam nejrozšířenějších HMD moderní doby pro konzum.....	4
Tabulka 2: Shrnutí případů užití v architektuře .....	17



# 1 Úvod

Virtuální realita je relevantně využívána na trhu přibližně 10 let a její první objevy lze dohledat již v 19. století. I velké společnosti jako Škoda Auto do tohoto odvětví vkládají nemalé investice. Je zřejmé, že většina běžných uživatelů domácích počítačů ví, co se virtuální realitou myslí, ale nedokáže s problematikou příliš dobře pracovat. Díky navyšování světového zájmu o tento fenomén je na místě mu začít věnovat pozornost.

Důvodem volby tohoto tématu ke zpracování formou bakalářské práce byl zájem v rámci volnočasových aktivit. Zkušenost s velkým množstvím programů, aplikací i her. Práce s několika druhy souprav pro virtuální realitu (HMD) s odzkoušením i dalších přídatných technologií, jako KAT VR a rukavic pro haptickou odezvu.

V práci je uvedeno všeobecné představení virtuální reality a jejího fungování. Do této problematiky spadá augmentovaná realita, mixovaná realita a rozšířená realita. Zaznamenány také jsou některé případy užití virtuální reality ve specifických oblastech zábavy, komunikace v osobním životě a podnikatelské sféře.

Zároveň je v práci zkoumáno užití napříč Škoda Auto od procesu vývoje automobilu, přes výrobní proces, až k podpoře prodeje. Čtenář by měl tedy po přečtení této práce získat jasný přehled o oblastech virtuální reality a jakým způsobem s ní lze pracovat z podnikatelského hlediska.

## 2 Cíl práce a metodika zpracování

Cílem bakalářské práce je představit virtuální realitu a analyzovat její uplatnění v prostředí společnosti Škoda Auto a.s. Práce je v rámci jejího cíle dále zaměřena na analýzu kategorií virtuální reality, popis fungování virtuální reality a případy jejího využití v různých odvětvích podnikatelské sféry. Rovněž je v práci popsán aktuální stav zkoumaného tématu (především novinky a problematiky spojené s virtuální realitou a jejím vývojem).

Jelikož má VR široké spektrum využití a lze jej jen velmi těžko zpracovat do jednoho krátkého souhrnu, je dále v bakalářské práci rozdělováno na kategorie jako zábavní průmysl, použití v osobním životě, použití v byznysu a následně jejich podkategorie. V těchto kategoriích lze nalézt úvod do tématu, některé odborné případy použití z praxe a následný závěr a shrnutí.

Dále jsou kladeny otázky, jak virtuální realita funguje a jak se používá v jednotlivých odvětvích. Odpovědi jsou pak zodpovězeny v jednotlivých zdrojích. Tyto informace byly ověřovány vždy shodou s ostatními zdroji a posouzením důvěryhodnosti.

Výzkumné šetření bylo zpracováváno metodou kvalitativního výzkumu, kdy si pokládáme tyto základní otevřené otázky: Jaký postoj má tázaný k virtuální realitě? Jak postupují při využití VR na daném oddělení? Spolupracují s jinými odděleními v rámci VR? Jaké výhody VR přináší oddělení a samotné Škoda Auto a.s.?

Napříč Škoda Auto a.s. byli dotazováni zaměstnanci, kteří s touto problematikou úzce pracují. Dotazování probíhalo v třiceti minutových až hodinových úsecích v rámci osobního, či virtuálního setkání na MS Teams. S výjimkou virtuálního tréninku, kde bylo možno technologii přímo vyzkoušet. Tyto tréninky byly testovány jedno celé dopoledne. Dotazování respondentů probíhalo v období od února do března 2023.

### 3 Základní rozdělení virtuální reality

Virtuální realitu lze rozdělit na virtuální realitu (VR) a augmentovanou realitu (AR). Jejich využití je rozdílné, ale je možné i vzájemné propojení. Do tohoto odvětví zapadá také mixovaná realita (MR), která kombinuje virtuální a augmentovanou realitu v rozmezí, které není přesně definováno a na závěr rozšířená realita (XR), ta pokrývá všechny právě zmíněné pojmy. (Sherman, 2003; Hedley, 2018; Horváthová, 2020; Darwish, 2023)



**Obrázek 1: Základní rozdělení virtuální reality**

Zdroj: Vlastní zpracování, dle předlohy Mohamed Darwish, 2023

#### 3.1 Virtuální realita

Virtuální realita (VR) je umělé prostředí, které je vytvořeno pomocí softwaru a prezentováno uživateli takovým způsobem, že uživatel přijme prostředí jako skutečné. Využívá kombinaci zvuku, obrazu a dalších smyslových podnětů k vytvoření pohlcujícího zážitku. Technologie virtuální reality v posledních letech výrazně pokročila. Proto byly představeny soupravy pro virtuální realitu tzv. HMD (Head mounted device), jako je Meta Quest2, které uživatelům umožňují zažít VR skutečně pohlcujícím způsobem (Sherman, 2003; Horváthová, 2020).

Virtuální realitu lze využít pro celou řadu aplikací, avšak aktuálně je konzumentem nejvíce využívána primárně ve hrách a aplikacích určených pro zábavu. V herním světě umožňují soupravy pro VR v rámci virtuálního světa mnohem intenzivnější a realističtější zážitek než tradiční herní konzole. VR lze využít k vytvoření realistických simulací prostředí reálného světa, které uživatelé mohou prozkoumávat a komunikovat s nimi, jako by se v nich skutečně nacházeli (Sherman, 2003).

### 3.1.1 Moderní soupravy pro VR (HMD)

První přístroje poskytující virtuální realitu pocházejí až z 19. století. Proto je vhodné rozdělovat historii virtuální reality na počáteční fázi a moderní fázi, kdy moderní fázi vnímáme období od obnovení technologie společností Oculus s vydáním nových HMD v letech 2015 a 2016 (Sherman 2003; Chu, 2018).



Obrázek 2: První generace HMD od Oculus – CV1

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 1: Seznam nejrozšířenějších HMD moderní doby pro konzum

Ročník	Název soupravy pro VR
2016	Oculus Rift CV1, Play Station VR, HTC Vive
2017	Pimax 4K
2018	HTC Vive Pro, Pimax 5K Plus
2019	Pimax 8K, Valve Index, Oculus Rift S, HTC Vive Cosmos, Meta Quest
2020	Meta Quest 2
2021	HTC Vive Pro 2

Zdroj: vlastní zpracování

### 3.2 Augmentovaná realita

Tímto pojmem je označována ona realita, která má zasazené virtuální objekty do reálného prostředí. Jednou ze známých aplikací tohoto druhu je Pokemon GO, nebo IKEA. Aplikace nám skrze naše mobilní telefony umožňují vnímat, jak by objekty vypadaly zasazené v reálném světě. Má však mnohem více využití než jen náhled, jak by objekty vypadaly v našem světě. Augmentovaná realita má velký potenciál

například ve strojírenství předávání návodu zaměstnancům v reálném čase (Sherman, 2003; Horváthová, 2020).

Augmentovaná realita má mnoho druhů a způsobů užití. Může jím být přímé užití k zobrazení objektu v našem prostoru a náhled, jak by tento objekt vypadal v případné budoucí realitě. Druhým podstatným způsobem užití je náhled informací náležitým k reálným objektům. Např. etiketu v obchodě bychom nemuseli číst na produktu, ale jako text, který by se nám objevil vedle samotného produktu (Sherman, 2003; Horváthová, 2020).

AR zprostředkovává uživateli vizuální prvky, zvuk a další smyslové informace prostřednictvím zařízení, jako je chytrý telefon nebo brýle. Tyto informace se překrývají v rámci zařízení a vytvářejí propojený vjem, kdy digitální informace mění uživatelské vnímání reálného světa. Překryté informace mohou být přidány do prostředí nebo mohou maskovat část přirozeného prostředí (Horváthová, 2020; Dou, 2022).

Dnes jsou nejznámějšími spotřebitelskými produkty rozšířené reality brýle Google Glass, hry pro chytré telefony, jako například Pokemon GO a přední displeje (HUD) na čelních sklech automobilů. Tato technologie se však používá také v mnoha dalších odvětvích, včetně zdravotnictví, veřejné bezpečnosti, cestovního ruchu a marketingu (Hedley, 2018; Dou, 2022).

## 4 Jak funguje virtuální realita

Pro lepší pochopení následující práce je vhodné uvedení zjednodušených funkcí virtuální reality.

### 4.1 Virtuální realita

Abychom pochopili, jak virtuální realita funguje, je důležité se nejprve podívat na přístroje, které ji umožňují. Primárním přístrojem je souprava pro VR, jako například Oculus Rift, která v sobě obsahuje dvě malé obrazovky. Tyto obrazovky zobrazují 3D prostředí a také sledují pohyb uživatele. Důvod, proč máme pocit, že je obraz ve virtuální realitě tří dimenzionálně, je specifické nastavení čoček pro každé oko. Každé oko vnímá svět pod trochu jiným úhlem a čočky v brýlích určených pro virtuální realitu jsou tomu uzpůsobené. Dalším přístrojem jsou rukavice vybavené senzory a snímači pohybu, které umožňují uživatelům interakci s virtuálním prostředím pomocí rukou. Jiné přístroje, jako například Microsoft HoloLens, využívají kombinaci brýlí a kamer, které snímají celkový pohyb uživatele (MITK12Videos, 2016; Monica, 2023).

Na trhu se začínají objevovat dokonce i systémy, které využívají haptickou zpětnou vazbu, která pomocí vibrací simuluje pocit dotyku. Tato technologie se používá k ještě realističtějšímu zážitku, protože dokáže uživateli poskytnout fyzický pocit, že se nachází ve virtuálním prostředí. Jedná se o produkty jako např. Teslasuit, TactGlove, nebo EKTO ONE boty a další (Today Digital, 2022; Monica, 2023).

Virtuální realita nám prozatím tedy dokáže zachytit pouze smysl zraku, sluchu a experimentální formou hmat, protože přenést čich a chuť je pro nás obtížnější simulovat. Cílem vývoje je však přenést všechny smysly do virtuální reality (MITK12Videos, 2016; Monica, 2023).

## **4.2 Augmentovaná realita**

Augmentovaná realita může být poskytována v různých formátech, včetně chytrých telefonů, tabletů a brýlí. Vyvíjí se také rozšířená realita poskytovaná prostřednictvím kontaktních čoček. Tato technologie vyžaduje hardwarové komponenty, jako je procesor, senzory, displej a vstupní zařízení. Mobilní zařízení již obvykle mají tento hardware k dispozici, včetně senzorů, jako jsou kamery, akcelerometry, globální polohový systém (GPS) a kompas. To pomáhá zpřístupnit rozšířenou realitu běžným uživatelům (Amazing TechLife, 2022; Dou, 2022; Horváthová, 2020; Jasenovcova, 2022).

Ve výsledku sledujeme skrze obrazovky náš reálný svět, do kterého byly vsazeny virtuální objekty. Tyto objekty nám dotváří naši rozšířenou realitu a umožňují nám tak propojit virtuální prostředí s tím reálným (Jasenovcova, 2022; Horváthová, 2020).

## 5 Využití Virtuální reality ve specifických oblastech

Virtuální realita (VR) se stává stále populárnějším nástrojem pro firmy a organizace v různých oborech. Používá se k vytvoření interaktivních a realistických zážitků pro uživatele, které jim umožňují lépe pochopit a prožít různé situace a prostředí (Kostov, 2022).

Jedním z nejvýznamnějších oblastí použití VR je v oblasti tréninku. Například, letecký průmysl používá VR k tréninku pilotů, aby mohli lépe porozumět různým situacím, které mohou nastat v kokpitu v reálném prostředí, aniž by museli létat ve skutečném letadle. (VRpilot, 2023) VR také pomáhá zdravotnickým pracovníkům trénovat různé procedury, aniž by při chybě došlo ke zranění pacienta (Kostov, 2022; Allgaier, 2022).

VR lze využít k vytvoření interaktivních prohlídek pro zákazníky v různých odvětvích, jako jsou realitní kanceláře, architektura nebo automobilový průmysl. Tato technologie umožňuje zákazníkům procházet budoucími projekty nebo si prohlédnout produkt z různých úhlů, což jim umožňuje lépe si představit, jak bude vypadat v reálném světě (Delgado, 2020).

VR se používá v oblasti marketingu a reklamy. Například, společnosti mohou vytvořit interaktivní reklamy nebo prodejní prezentace, které zaujmou zákazníky a pomohou jim lépe pochopit produkt nebo službu (Kostyk, 2023).

Virtuální realita také pomáhá vytvořit více interaktivní a pohlcující zážitky pro uživatele, což může mít pozitivní dopad na různé oblasti, jako je vzdělávání, zábava nebo turistika (Yung, 2021).

V neposlední řadě, VR je také využívána v rámci různých terapeutických aplikací. Například v rámci rehabilitační terapie pro pacienty po úrazech, nebo tréninku kognitivních schopností (Exer Labs, Inc, 2022).



Je důležité si uvědomit, že i když virtuální realita má mnoho potenciálních využití, je stále třeba pečlivě zvažovat, jaké aplikace jsou pro ni nejvhodnější a jaké naopak nikoliv.

## **5.1 Zábavní průmysl**

Zábavní průmysl je jedním z hlavních tahounů virtuální reality, která se dostává k běžné veřejnosti. Není to však její primární ekonomický potenciál. V zábavním průmyslu se využívá virtuální realita různými způsoby, a to ke hraní počítačových her, sledování filmů, prožívání virtuálních zážitků, pro sportovní užití, nebo také v zábavních parcích (David, 2019; Ben Plays VR, 2018; Europa-Park GmbH & Co Mack KG, 2023; Sense Arena, 2023; AmazeVR, 2022).

### **5.1.1 Herní průmysl**

V herním průmyslu se virtuální realita rozšířila především díky specifickému pohlcujícímu zážitku z hraní, kdy máme pocit, že jsme opravdu uvnitř jiného světa, ve kterém se můžeme pohybovat a manipulovat s ním.

Jednou ze známých pohybových rytmických her je Beat Saber, kde je cílem do rytmu hudby rozsekávat světelnými meči přilétávající barevné kostky. Ve hře jde o postřeh, vnímání rytmu a zároveň fyzickou kondici, která je pro hraní na lepší úrovni velmi žádaná.

VR lze také využít k vývoji nových typů her, jako jsou únikové místnosti a jiné hádanky, s kterými potřebujeme interagovat v reálném prostředí. Využívá se také k vytváření virtuálních zábavních parků, které hráčům umožňují prozkoumávat virtuální prostředí a interagovat s ním (David, 2019).

### **5.1.2 Filmový průmysl**

Filmový průmysl je v rámci virtuální reality prozatím v úplných začátcích a spíše na experimentální úrovni.

Jednou z možností sledování filmů ve virtuální realitě je sledování běžného stojatého obrazu jako by nám probíhal obraz přímo před očima na obrovském

plátně. Jedná se o oblast, která se příliš nerozvíjí a má nízký potenciál, protože oproti sledování obyčejné televize nenabízí ve své podstatě nic navíc (R&D\_Filmakademie, 2018).

Druhým typem je reálná virtuální realita, která nabízí mnohem jedinečnější zážitek. Jedná se o filmy vytvořené přímo pro virtuální realitu. Mluvíme tedy o interaktivní 3D animaci s příběhem. Film sledujeme z perspektivy kamery a sami se účastníme příběhu. Ve filmu se můžeme samovolně pohybovat. Existuje pouze pár filmů o délce v rámci několika minut, které jsou takto uzpůsobené. Oblast však nabízí zajímavou perspektivu k vylepšení zážitku ze sledování filmů, a proto se stále rozvíjí (Ben Plays VR, 2018).

VR lze také využít k vytváření interaktivních zážitků, například virtuálních kin, kde si diváci mohou vychutnat film s přáteli (DeadlyDeal, 2021).

### **5.1.3 Hudební průmysl**

V hudebním průmyslu byla VR použita k vytvoření pohlcujícího koncertního zážitku. Tím, že divákům umožňuje být během koncertu virtuálně "v místnosti", pro ně vytváří osobnější zážitek. Umělci to také umožňuje smysluplnější interakci s virtuálním publikem. Fanoušci se mohou dostat do těsné blízkosti svých oblíbených umělců, jako by skutečně stáli vedle nich (AmazeVR, 2022).

### **5.1.4 Sport**

Sport ve virtuální realitě nám nabízí spoustu nových možností, jak sport praktikovat. Jedním z výhod je cvičení u sebe doma, kde nám nehrozí žádné nebezpečí úrazu. Sport ve VR nám prozatím nemůže vynahradit prožitek z reálného sportu a ani jeho možnosti. Může nám však poskytnout skvělou tréninkovou platformu, kde se správně naučíme pohyb těla a nacvičíme svalovou paměť (Sense Arena, 2023).

Největšími tahouny a podporovateli sportu ve virtuální realitě je nyní lední hokej, tenis a stolní tenis, velkou rychlostí se však přidávají i další. Hokej je využíván

především k trénování reakcí brankářů a ke střelbě střelců. Program využívá i v Česku známý tým Bílí Tygři Liberec. V tenise lze simulovat samotnou hru a trénuje se především svalová paměť, která nám umožňuje se samovolně zlepšovat v reálném sportu. Stolní tenis je ve virtuální realitě velmi oblíbený a snadno aplikovatelný, protože se odehrává na malém prostoru a je tak ideálním sportem, který se dá do virtuální reality snadno převést v celém měřítku a bez větších úprav. Zážitek ze stolního tenisu se velmi blízce vyrovnává reálné zkušenosti s tímto sportem (Sense Arena, 2023).

### **5.1.5 Zábavní parky**

Virtuální realita je také využívána v zábavních parcích. V Legolandu v Německu je k dispozici horská dráha s virtuální realitou, kde se propojuje reálný prožitek volného pádu s vizualizací virtuálního světa. V Europa-Parku vyvinuli specifické použití virtuální reality ve vodě, kdy zákazník může plavat s nasazenou virtuální realitou a přidat tak i hmat do dalších smyslů, které nás přivádí blíže k prožitku virtuálního světa stejně jako toho reálného (Europa-Park GmbH & Co Mack KG, 2023).

## **5.2 Použití VR pro komunikaci a použití v osobním životě**

Použití v osobním životě zatím není příliš běžné, protože technologie není dostatečně mobilní. Důvodem je velká spotřeba energie a nutnost připojení k počítači kabelem. Již existují takzvané standalone headsety, které zvládají pracovat samostatně, výdrž baterie však není dostačující a je třeba často dobíjet. Pro běžné využití by byla nutná výdrž baterie minimálně pět hodin, abychom obsáhli většinu pracovní doby (David, 2019; Horváthová 2020).

V komunikaci se však virtuální realita uchytila především díky aplikaci VR chat, kde se lidé schází stejně jako v lidském životě za účelem sociálního kontaktu a pobavení. Pohybují se ve virtuálních světech s různorodým prostředím, a to formou 3D avatarů, za které se vydávají (Lang, 2023).

### **5.3 Použití v komerční sféře**

V komerční sféře je použití velmi obsáhlé a v některých případech stále experimentální. Existuje však již spousta případů užití, které jsou již zaběhnutými procesy. Je příhodné toto použití rozdělit do nejrozšířenějších a nejpokročilejších oblastí.

#### **5.3.1 Vzdělávání**

K vzdělávání náleží především možnost probíranou látku vidět na vlastní oči a pracovat s ní pomocí ovladačů pro virtuální realitu. Žáci si mohou pomocí virtuální reality vyzkoušet např. pitvání žáby, bez opravdového nože a žáby, nebo si mohou prohlídnout historický objekt, nebo bitvu, jako by právě stáli na místě konání (Horváthová, 2020; Learning and Technology with Frank, 2023; Marr, 2021).

Technologie virtuální reality se stala mocným nástrojem pro zlepšení vzdělávacích zážitků. Má potenciál usnadnit učení různými způsoby, od pohlcujících zážitků, které vylepšují kritické myšlení a řešení problémů, až po herní aktivity, které studenty zaujmou a zvýší jejich motivaci. VR umožňuje studentům interaktivním a poutavým způsobem prozkoumat širokou škálu témat, od historie a geografie až po vědu a techniku (Horváthová, 2020. Learning and Technology with Frank, 2023; Marr, 2021).

Virtuální realitu lze například využít k důkladnému prozkoumání historické události. Studenti se mohou vrátit v čase a zažít událost na vlastní kůži, jako by byli u toho. Pomocí VR mohou učitelé vytvářet virtuální simulace a prostředí, která replikují různé scénáře a umožňují studentům prozkoumat je v reálném čase. VR lze také využít k vytváření interaktivních a zábavných aktivit a her. Tyto aktivity mohou studentům pomoci při učení tím, že jim poskytnou poutavý a zábavný výukový zážitek. Například hra ve virtuální realitě může být použita k výuce studentů o stavbě a funkci lidského těla. Ve hře by museli plnit úkoly a řešit hádanky, aby se dozvěděli o různých orgánech a systémech v těle (Horváthová, 2020; Learning and Technology with Frank, 2023; Marr, 2021).

V neposlední řadě lze virtuální realitu využít k vytvoření virtuálních exkurzí do míst, která by jinak byla pro studenty nedostupná. Studenti tak mohou prozkoumat vzdálená místa nebo prostředí, která jsou příliš nebezpečná nebo příliš drahá na to, aby je mohli navštívit osobně. Student může například absolvovat virtuální exkurzi na Velkou čínskou zeď nebo prozkoumat hlubiny oceánu (Horváthová, 2020. Learning and Technology with Frank, 2023. Marr 2021).

Závěrem lze říci, že virtuální realita je inovativním a výkonným nástrojem pro zlepšení vzdělávacích zkušeností. Poskytuje studentům poutavý a interaktivní způsob, jak prozkoumat témata a místa, a také vylepšuje jejich kritické myšlení a schopnosti řešit problémy (Horváthová, 2020; Learning and Technology with Frank, 2023; Marr, 2021).

### **5.3.2 Medicína**

„V medicíně byla virtuální realita aplikována v několika směrech a to v tréninku, diagnóze, plánování operací, léčení a rehabilitaci. VR aplikace těží především z využití 3D modelů, bez ublížení pacientovi nebo použití nákladných zdrojů.“ (Allgaier, 2022, strana 1)

Jedním z využití v rámci plánování operací je například při odstraňování nádoru z jater. Jelikož se jedná o složitou operaci a plánování této operace pouze na základě 2D obrázků je velmi náročné a vyžaduje mnoho zkušeností. Tyto 2D obrázky byly získány běžným způsobem pomocí rentgenu. Následně se na jejich základě vytváří 3D model. S tím je možné pracovat jak na běžném počítači, tak ve virtuální realitě. Ve VR je nám umožněno pracovat i ve větším počtu uživatelů a lze tak mnohem lépe a jednodušeji operaci rozvrhnout a předejít tak možným rizikům (Allgaier, 2022).

Dalším využitím z oblasti tréninků je odstranění nádoru na mozku. O toto řešení se v rámci VR pokusilo již více společností, avšak prozatím nebyli příliš úspěšní. Důvodem byl nedostatečně pohlcující řešení s nízkým komfortem, který uživatele nemotivoval k dalšímu zkoumání. Toto nové řešení však bere předchozí nedostatky v potaz a pokouší se VR zážitek, co nejvíce přiblížit realitě. Může jít tak o samotné

kroky před operací, které je třeba absolvovat k minimalizaci rizik a zároveň dotvoření okolního prostředí s využitím reálných replik. Toto řešení by tak mohlo být více motivující a zajistit opakované využití k dalším tréninkům (Allgaier, 2022).



**Obrázek 3: VR Ink (Replika nástroje při operaci mozku)**

Zdroj: Allgaier, 2022

### 5.3.3 Architektura

„Na trhu je spousta ukázek a prototypů aplikací využívající AR / VR ve stavebnictví, ale neexistuje mnoho skutečných případů použití.“ (Sikkander, 2023)

Technologie je relativně nová a experimentální, má však vysoký potenciál zvýšit efektivitu a snížit počet chyb. Aktuálně je hlavním problémem standardizace procesů spojených s touto technologií (Delgado, 2020; Sikkander, 2023).



**Obrázek 4: AR v architektuře**

Zdroj: Pascal Bernet, 2023

## **V architektuře máme šest hlavních případů užití AR a VR: (Delgado, 2020)**

### ***Zapojení zainteresovaných stran (Stakeholder engagement)***

Lepší vizualizace projektu klientům, kteří mohou získat přesnější představu o finálním produktu, než z obrázků a videí.

Problémy při implementaci: Málo uživatelsky přátelské prostředí.; Pocit izolace.; Animace a modely nevypadají dostatečně reálně.

### ***Podpora návrhu (Design support)***

Podpora k identifikaci následků návrhu a porozumění jeho finálního výsledku. Umožňuje společnou práci souběžnou práci na jednom 3D objektu.

Problémy při implementaci: Je velmi náročné převést objekt do systému na modelování budov.; Nemožné archivování výstupů pro pozdější kontrolu.

### ***Posouzení návrhu (Design review)***

Umožňuje přezkoumávání návrhů mnohem jednodušším a rychlejším způsobem.

Problémy při implementaci: Podobné s podporou návrhu.; Největší problém nastává při oboustranné výměně 3D modelů mezi VR prostředím a prostředím pro modelování budov BIM.

### ***Podpora výstavby (Construction support)***

Má čtyři podkategorie plánování výstavby, sledování průběhu, bezpečnost výstavby a operativní podpora. Identifikace chyb pomocí realistických simulací.; Přesnější informace o termínu dodání hotového produktu.; Objevení nebezpečných oblastí práce a tím jim lze předejít.; Soustředí se také na podporu dělníků, aby vykonávali své funkce tím nejefektivnějším způsobem.

Problémy při implementaci: Opětovně problém s výměnou informací mezi různorodými modelovacími prostředími.; Je zapotřebí automatická 3D

rekonstrukce.; Nedostatek hardwaru pro zaměstnance a nedostatečné propojení systémů.; Nedostatečná kvalita hardwaru.

### ***Provoz a řízení (Operations and management)***

Vysoký potenciál sdílení užitečných informací od managementu až k stavebním dělníkům. Umožní tak mnoha pracovníkům pracovat vzdáleně a zároveň vylepší spolupráci a porozumění.

Problémy při implementaci: Podobné s podporou výstavby. Stále se potýkáme s technologickými nedostatky virtuální reality, která nám neumožňuje správně pracovat s objekty. Dalším problémem je nedostatečná integrace se systémy využívajících se ke správě stavby.

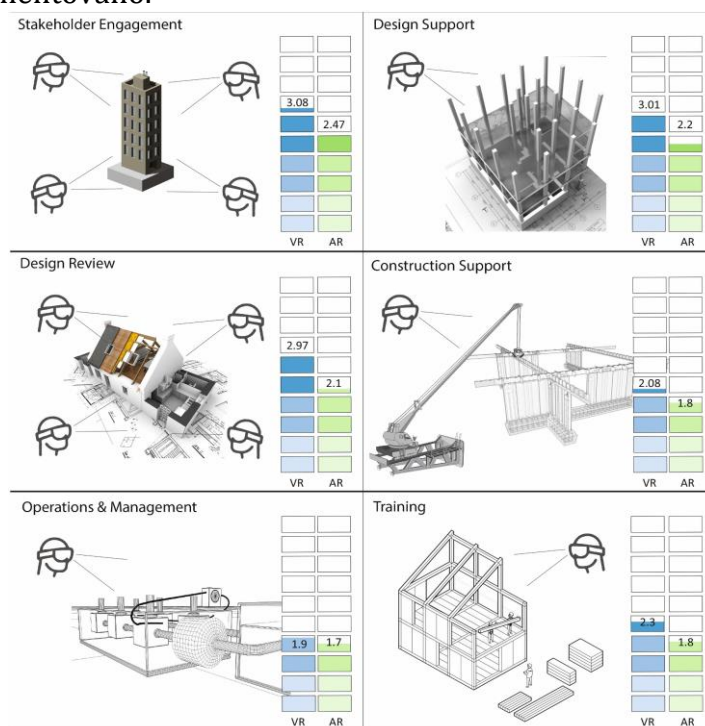
### ***Instruktaž (Training)***

„VR dokáže poskytnout realistické scénáře, ve kterých mohou uživatelé nabývat vědomostí a zkušeností z provádění simulací reálných aktivit.“ (Delgado, 2020)  
Můžeme tak snížit náklady a navýšit bezpečnost.

Problémy při implementaci: „Nedostatek expertů, kteří by tvořili VR prostředí a obsah, pro reálnou instruktaž ve VR.“ (Delgado, 2020) Dalším problémem je nedostatek systematicky hodnotících procesů a nedostatek integrace s kvalifikačními standardy.



Dle Delgado (2020) u těchto případů sledujeme úroveň implementace: 1 = Nepoužívá se, 2 = Testovací fáze, 3 = Základní implementace, 4 = Částečně použito, 5 = Plně implementováno.



**Obrázek 5: VR a AR případy užití v architektuře**

Zdroj: Juan Manuel Davila Delgado, 2020

Tabulka níže je zpracováním přehledu jednotlivých případů užití, včetně výhod, nevýhod a úrovní adaptace, která je vyhodnocována určitými faktory a její hodnota se pohybuje od 1 do 5. (1 = Nepoužívá se, 2 = Testovací fáze, 3 = Základní implementace, 4 = Částečně použito, 5 = Plně implementováno). Úroveň adaptace je také rozdělena pro AR a VR (Delgado, 2020).

**Tabulka 2: Shrnutí případů užití v architektuře**

Případy užití	Adaptace	Hlavní výhody	Hlavní problematika
Zapojení zainteresovaných stran	VR [3.08] AR [2.47]	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Včasná zpětná vazba.</li> <li>✓ Lepší porozumění požadavkům.</li> <li>✓ Lepší pochopení souvislostí.</li> <li>✓ Lepší posouzení dopadů.</li> <li>✓ Větší inkluzivita.</li> <li>✓ Lepší uživatelská zkušenost</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>X Vysoké investice (prostory a kvalifikovaný personál).</li> <li>X Není uživatelsky přívětivé (vždy je nutný doprovod).</li> <li>X Nepohodlné.</li> <li>X Izolace.</li> <li>X Obtížná implementace víceuživatelských funkcí.</li> </ul>

Podpora návrhu	VR [3.01] AR [2.20]	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Vizualizace návrhů v reálném měřítku.</li> <li>✓ Lepší pochopení dopadů návrhu.</li> <li>✓ Snadnější pochopení výsledků simulace (proudění vzduchu, pohyb osob atd.).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>X Vysoké investice (prostory a kvalifikovaný personál).</li> <li>X Obtížnost převodu změn do modelů do prostředí pro modelování budov BIM.</li> <li>X Obtížná archivace výstupů AR&amp;VR.</li> </ul>
Posouzení návrhu	VR [2.97] AR [2.11]	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Rychlejší odhlašování.</li> <li>✓ Efektivní rozhodování.</li> <li>✓ Snadnější multidisciplinární posuzování.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>X Vysoké investice (prostory a kvalifikovaný personál).</li> <li>X Obtížnost převodu změn do modelů do prostředí pro modelování budov BIM.</li> </ul>
Podpora výstavby	VR [2.08] AR [1.82]	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Vizualní přehled o průběhu stavby.</li> <li>✓ Vizualní analýzy.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>X Vysoké investice (počet zařízení a kvalifikovaných pracovníků).</li> <li>X Žádný bezpečnostně schválený hardware.</li> <li>X Nízká přesnost sledování a mapování.</li> <li>X Potenciálně omezený přístup k internetu.</li> <li>X Krátká životnost baterie.</li> <li>X Obtížná archivace výstupů AR&amp;VR.</li> </ul>
Provoz a řízení	VR [1.91] AR [1.73]	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Minimalizujte cestování.</li> <li>✓ Snížení rizika pro techniky.</li> <li>✓ Podpora údržby.</li> <li>✓ Lepší pochopení potřeb zařízení.</li> <li>✓ Vizualní informace o majetku v reálném čase.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>X Vysoké investice (počet zařízení a kvalifikovaných pracovníků).</li> <li>X Nedostatečná integrace s ostatními systémy pro správu zařízení.</li> <li>X Přesnost a rychlost aktualizace informací.</li> <li>X Obtížná archivace výstupů AR&amp;VR.</li> </ul>
Instruktaž	VR [2.35] AR [1.88]	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Levnější a efektivnější školení scénáře (bezpečnost a složité úkoly).</li> <li>✓ Simulace rozsáhlých operací.</li> <li>✓ Zmírnění rizik způsobených fluktuací zaměstnanců.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>X Vysoké investice (počet zařízení, kvalifikovaný personál).</li> <li>X Nedostatek odborníků na tvorbu obsahu.</li> <li>X Nedostatek systematizovaných hodnotících procesů.</li> <li>X Nedostatečná integrace kvalifikačních standardů.</li> </ul>

Zdroj: Juan Manuel Davila Delgado, 2020

### Shrnutí užití v architektuře

V architektuře máme 6 hlavních případů užití. VR a AR v architektuře má vysoký potenciál a dotazované subjekty dle zdroje (Delgado, 2020), chystají větší investice do těchto technologií. I nadále tedy můžeme očekávat rozvoj a vylepšení

implementačních hodnot. U některých případů bychom se v blízké době mohli dočkat i postupného zavádění do přímého provozu (Delgado, 2020).

### 5.3.4 Bezpečnostní složky

Mezi nejdůležitější řešení bezpečnostních složek v rámci virtuální reality je trénink a zaučení. Prozatím se jedná především o policii, armádu a hasiče.

#### Armáda

Pro armádu jsou vyvinuty specifické nástroje snímání, které simulují tvar zbraně a dalších armádních objektů. Vojáci tak mohou absolvovat trénink s živou zkušeností z virtuální reality a naučit se tak postřehu a odpovídajícím reakcím. Zároveň také zlepšení střelby a míření. Díky reálným simulacím, lze zažít specifické situace a připravit se na ně v reálném prostředí. Může jít například o trénink akce při teroristickém útoku a podobně (Vera, 2022; Lovreglio, 2022).

Dalším případem užití, který lze předpokládat, je využití virtuální reality pro řízení útočných dronů. Bohužel však nelze dohledat přesné zdroje o aktuálním vývoji těchto technologií v armádním využití. Veřejné zdroje ale dostupné jsou, proto lze pouze domýšlet, jak by šla taková technologie využít.



Obrázek 6: VR postroj k ovládání dronů

Zdroj: Revell, 2017

Řízení dronů pomocí VR je novou a inovativní technologií, která může poskytnout řidičům dronů nový způsob ovládání a zlepšit jejich přesnost a efektivitu. VR technologie umožňuje operátorovi ovládat dron pomocí pohybů hlavy a těla, což může být rychlejší a přesnější než tradiční ovládání joystickem. Zároveň by dle zdroje (Revell, 2017) toto ovládání mělo být intuitivnější a nováček se tak drona rychleji naučí ovládat. Díky použití soupravy pro virtuální realitu může řidič dronu sledovat videozáznamy přenášené z kamery dronu v reálném čase, může se tedy opravdu cítit jako orel letící po obloze. V závěru lze tedy říci, že využití VR pro řízení dronů je inovativní a zajímavou technologií, která při užití zkušeným řidičem může zlepšit efektivitu a přesnost nejen vojenských operací (Revell, 2017).

## **Hasiči**

V odvětví boji s požáry již existují pokusy o zavedení virtuálních tréninků. Důvodem je především aktuální nemožnost tréninku reálných situací, nebo případné vysoké náklady na jejich odpovídající replikaci (Braun, 2022; Grabowski, 2021).

Jelikož se jedná stále o experimentální a testovací fázi těchto tréninků, tréninky mají několik různých typů užití.

Dle dostupných zdrojů je prvním řešením vymodelované prostředí převedené do reality pomocí barikád, které dodávají pocit reálnosti. Uživatel virtuální reality má tak pocit, že je opravdu v simulované místnosti. Tyto místnosti mohou být chodby, kterými je třeba projít nebo také místnost, kde vypukl požár a je třeba zachránit uvězněné požárem. Tito „uvěznění“ jsou také v reálném prostředí zachyceni formou figurín k dosažení více pohlcujícího zážitku. Zároveň je v průběhu celé operace potřeba správně zvoleným postupem hasit požár (Grabowski, 2021).

V druhém řešení se pokouší převést všechny uživatelovi pohyby do virtuální reality, pomocí motion-capture technologie celého těla. Důležité je však, že se pokouší zapojit do virtuální reality více uživatelů najednou, kteří spolu v reálném čase mohou spolupracovat. Toto řešení je možné díky tvorbě avatarů do virtuální reality, který je viditelný pro ostatní uživatele. Není zde však využíváno žádných dalších

pomůcek ani barikád, jako v prvním případě. Proto jde především o problematiku vzájemné spolupráce a hledání nejlepšího rozuzlení daného problému (Braun, 2022).

Hasiči se tedy snaží o zapojení virtuálních tréninků do praxe pomocí speciálního vybavení, které připomíná hasící pistoli a mohou tak trénovat postup při hašení s reálným zážitkem, nikoliv pouze teoretickým. Také se snaží o prohloubení vzájemné spolupráce v krizových situacích. Nový hasiči, kteří tedy následně přijíždí k rozpoutanému požáru mají již s hašením zkušenosti alespoň z virtuálního světa a mohou být tak mnohem lépe připravení na situace, které mohou nastat (Braun, 2022; Grabowski, 2021).



**Obrázek 7: VR trénink pro hasiče**

Zdroj: Grabowski, 2021

### **5.3.5 Geografie**

Geografické objevy a reakce půdy mohou být někdy dobře odhadnutelné a jindy nikoliv. Simulace ve virtuální realitě mohou umožnit tyto události předvídat o něco lépe a zvolit tak odpovídající reakci. Především díky vizualizaci nepřístupných objektů, nebo získání komplexnějšího přehledu z jiné perspektivy (Hedley, 2018).

## **6 Aktuálně řešené otázky ve světě VR**

Virtuální realita je z perspektivy autora práce prozatím stále v počátcích, ačkoliv první koncept virtuální reality byl představen již před rokem 1990 (Sherman, 2003).

### **6.1 Technické nedostatky**

Mezi největší technické nedostatky lze zařadit především kybernetickou nevolnost, kterou prožívají někteří uživatelé virtuální reality. Jde o pojem, kdy v reálném světě stojíme na místě, ale ve virtuální realitě se náš charakter pohybuje. Tuto technickou vadu by měl zlepšit lepší obraz, propojení více smyslů, a to především hmat (Yildirim, 2019; MITK12VIDEOS, 2016).

Dále byla testována funkcionalita VR v rámci pracovního prostředí po dobu 8 hodin. Testující vykonával jeho běžnou kancelářskou práci s využitím myši, klávesnice a VR. To sloužilo především k přenesení se do jiného prostoru virtuální kanceláře a zobrazení velkého množství monitorů. Virtuální realita však v těchto ohledech byla kvůli technickým nedostatkům nevyhovující. Testující neviděl svou klávesnici, proto musel psát po slepu, kvalita displeje byla v některých případech nedostatečná a např. drobné písmo bylo špatně čitelné a rozostřené. Dalšími obtížemi byla bolest za krkem z důvodu vysoké hmotnosti. K tomu, aby se VR používalo v kancelářích je stále ještě daleko (Mike O'Brien, 2022).

### **6.2 Nebezpečí virtuální reality**

Virtuální realita s sebou přináší nové nástrahy a nebezpečí moderní doby. Ve virtuální realitě totiž dochází např. k sexuálnímu obtěžování mladistvých. Dochází k tomu především díky vydávání se za avatary, kteří v některých vzbuzují fyzickou přitažlivost a nevidíme za nimi děti, které jsou obětí chování, kterému příliš nerozumí (CNA INSIDER, 2022).

### **6.3 Budoucnost VR**

Když se nahlédne trochu do oblasti science-fiction, lze se zamyslet nad propojením umělé inteligence a virtuální reality. Např. tvorba avatarů a virtuálního prostředí zcela na základě výpočtů umělé inteligence. S tímto pokrokem, který lze odhadem

očekávat v rozmezí deseti až dvaceti let můžeme plně očekávat prolnutí reálného a virtuálního světa. Metaverse tak dostane zcela jiný rozměr.

Každou chvíli svět přichází s novými technologiemi, které by jej mohli posunout velmi dopředu ve všech oblastech. Autor má velký zájem, co budoucnost přinese a očekává ve spojení s virtuální realitou velký potenciál k rozvoji.

#### **6.4 Czech Saber**

Czech Saber je organizace, která se stará o rozvoj VR esportu v České republice. Ve spolupráci se společnostmi Avatar Herna VR, Torch VR, PLAYzone a HTC Vive vznikali turnaje ve hrách určených pro virtuální realitu, přesněji šlo o hry Beat Saber a Pavlov VR. V rámci této organizace je také spravována komunita na sociální síti Discord. Tito lidé se spojují zájmem pro VR. Rozsáhlost této komunity je 56 aktivních účastníků z 350 příležitostných diváků. Aktuálně je však organizace neaktivní z důvodu časových kapacit organizátorů. Autor je také jedním z těchto organizátorů.

## **7 Vlastní výzkum – Škoda Auto**

Virtuální realita je pro Škoda Auto důležitým nástrojem pro rozvoj a zlepšování svých produktů a služeb. VR se ve Škoda Auto používá již od konce 20. století. Od roku 2016 již využívá i nová HMD. Použití VR umožňuje Škoda Auto s minimálními náklady rychle a efektivně testovat a vylepšovat své automobily, vzdělávat své zaměstnance a nabízet lepší zážitek zákazníkům při prodeji svých vozů. Tyto výhody umožňují Škoda Auto zůstat na špici v automobilovém průmyslu a poskytovat svým zákazníkům vynikající produkty a služby.

### **7.1 Technické vybavení**

Před příchodem nových HMD v roce 2016 byly hlavními projekčními systémy Powerwall a Cave (Cave Automatic Virtual Environment). Jde o typ virtuální reality, kde se používají projektory a zrcadla k vytváření 3D prostředí kolem uživatele. Tyto projektory jsou umístěny na stěnách, stropě a podlaze „jeskyně“, aby vytvořily 360° obraz, který se následně díky sensorům mění v závislosti na pohybu uživatele. Cave je v dnešní době již spíše nepoužívaný.

#### **7.1.1 Technické předpoklady**

Ve Škoda Auto jsou všechny interně používané virtuální modely tvořené s nejvyšší precizností. Touto precizností je myšlena kvalita modelu s několika milióny polygonů. To zapříčinilo, že je potřeba vysoký grafický a výpočetní výkon pro vyobrazování jednotlivých snímků.

Proto existují tři způsoby, které tento problém řeší. Jedním jsou grafické karty, jenž tento výkon poskytují. Ty však mají vysokou cenu a jedná se tedy o velmi nákladné technické vybavení. Zároveň je výkon rozdělen mezi více počítačů najednou. Druhým řešením je zasílání výpočetního výkonu skrze optickou síť do superpočítače, který následně tento výpočet zašle zpět. Oba způsoby jsou poměrně náročné provedením, nebo finančně. Třetím řešením je v poslední řadě přetvoření modelů do nižší kvality. I to je ale zapotřebí nejdříve zpracovat určenými zaměstnanci. Škoda Auto však právě díky svým vysokým investicím do vývoje může tyto řešení poskytnout.



### 7.1.2 HMD ve Škoda Auto

Aktuálně se již používají spíše HMD, které mohou člověka kompletně přenést do virtuální reality. Ve Škoda Auto se pro vývoj používá např. Varjo VR. Napříč Škoda Auto však nalezneme i HMD od značek jako je HTC Vive, Meta (Dříve Oculus) nebo XTAL.

Varjo VR je vysoce kvalitní HMD pro virtuální realitu. Jednou z výhod oproti běžným HMD je 20/20 Eye Tracker technologie, která umožňuje vývojářům sledovat pohyb očí uživatele a reagovat na něj v reálném čase, což přináší nové možnosti pro interakci. Další výhodou je až 5x vyšší rozlišení ve středu projekce a vyšší komfort pro dlouhodobější užívání. Tyto výhody činí z Varjo VR vhodnou volbou pro profesionální aplikace, jako je výzkum, vývoj, design, kontrola kvality a mnoho dalších. Hlavní konkurencí Varjo VR je pak Česká značka XTAL. Hodnota těchto HMD se pohybuje kolem 10 000€, proto jsou používány jen v případech, kde se plně využijí jejich přednosti.

HTC Vive je využíván např. ve virtuálních tréninzích, protože nabízí jedny z nejlepších řešení na míru pro jednotlivé aplikace. Lze tak dobře napodobovat objekty z reálného prostředí a přenášet je do toho virtuálního.

Meta Quest a Meta Quest 2, jsou vhodné k jednodušším řešením, kde není potřeba přílišná customizace. Hlavní výhodou je dostupnější cena a jednoduchá operabilita, díky samostatnému snímání v HMD a tím pak nepotřebnosti senzorů.



**Obrázek 8: Varjo VR a XTAL**

Zdroj: vlastní zpracování

### **7.1.3 Powerwall**

Dříve ve Škoda Auto Powerwall znamenala bílou zeď s velmi kvalitními projektory, které tento obraz zajišťovali. Nyní se však zavádí LED panely, které se dají skládat do libovolné velikosti a vytvořit tak celou zeď obrazu s nejvyšší kvalitou. Tyto LED panely mají svou velkou výhodu a tou je, že se při poruše dají snadno vyměnit pouze aktuálně nefunkční části.

Na této stěně běží 3D obraz, ke kterému se přistupuje pomocí specifických 3D brýlí a na míru vytvořených ovladačů. Pocitově to pak při pohledu na Powerwall vypadá, že promítaný objekt opravdu levituje v prostoru.

Výhodou Powerwall od HMD je především v lepší přístupnosti více uživatelů a menší náročnost operací potřebných k vytvoření aplikace pro tento typ VR. Zároveň není třeba nosit na hlavě žádný těžký přístroj, postačí lehké 3D brýle.

## **7.2 Využívaný software pro VR**

Využívaných softwarů, které se využívají pro VR, lze nalézt spoustu. Mezi softwary pro simulaci virtuální reality patří Unreal Engine, Unity a Blender, avšak nejdůležitějšími programy, které jsou procesně používané ve Škoda Auto jsou Autodesk VRED a VRUT 2.0.

### **7.2.1 Autodesk VRED**

Autodesk VRED je jedním z hlavních programů pro VR ve Škoda Auto. Používá se především ve spolupráci s dalšími Autodesk programy, jako např. Alias. Ve vývojovém prostředí se skládá automobil z navržených dílů. Ty se mohou později upravovat a měnit v nezávislosti na celku. Program využívá také normalizovaného standardu „open VR“, který umožňuje, kdykoliv 3D prostor převést do virtuální reality. Díky své univerzálnosti a efektivnosti je tedy využíván napříč celou Škoda Auto.

## 7.2.2 VRUT 2.0

VRUT je aplikace, vyvíjená ve Škoda Auto. Tuto aplikaci vyvíjí tým pro vývoj virtuální reality pod vedením Romana Schuberta. Je využívána napříč Škoda Auto na několika odděleních a je volně přístupná zaměstnancům této společnosti.

Aplikace VRUT slouží primárně k tvorbě interaktivních prezentací a prostředí pro trénink zaměstnanců ve virtuální realitě. Dá se však využít rozličným způsobem. Můžeme zde vytvořit např. i počítačovou hru a cokoliv, co nás napadne v rámci vývojového prostředí.

Vývojové prostředí se podobá programům, které se využívají právě k tvorbě počítačových her, jako např. Unity a Unreal Engine. Skládá se z několika hlavních částí: hlavního okna, kde se vytvářejí scény a objekty; panelu s nástroji, kde lze nastavovat vlastnosti objektů a komponent; a okna pro prohlížení a ladění, jako je okno hierarchie objektů a okno konzole chyb.

Velkou výhodou oproti konkurenčním programům pro vývoj obdobných výsledných aplikací je možnost příjmu specifických typů souborů, které se užívají ve Škoda Auto. Může jít například o 3D modely ze strojírenské modelovací aplikace CATIA, kterou využívá Škoda Auto.

Odborníci ve Škoda Auto mají společné standardy pro ukládání souborů a jejich následné zpracování. Situaci lze ilustrovat takto: Ve virtuální realitě je potřeba otevřít dveře automobilu. Ty jsou uloženy v jedné složce, ve které se nachází klika od dveří, těsnění, sklo, plechový obal a nakonec veškeré zbylé součástky. Díky tomu mohou vývojáři pracovat s objektem jako celkem a nikoliv nastavovat vše pro jednotlivé součástky. Tyto standardy napomáhají zefektivnění práce a zároveň vylepšení přehlednosti.

Ve Škoda Auto se využívají standardy postupu vývoje a vývojové prostředí VRUT. Díky tomu je možné připravovat aplikace určené pro virtuální realitu a zajistit

spolupráci odborníků. Tyto procesy jsou na velmi pokročilé úrovni a umožňují tak vývojářům efektivně pracovat a rychle dosahovat svých cílů.

### **7.3 Technologie počítačového renderování**

Modely a animace ve virtuální realitě je potřeba vhodně zachytit díky technologiím renderování, které nám umožňují vnímat VR nejvíce přiblížené reálnému obrazu. Ve Škoda Auto jsou dvě nejčastěji zmiňované. Proto je příhodné tyto technologie alespoň základně představit.

#### **7.3.1 Raytracing**

Raytracing je jednou z nepřesvědčivějších technologií renderování, která umožňuje vytvářet reálnou vizualizaci modelů. Tato technologie nabízí několik výhod, včetně tvorby scén, které vypadají téměř k nerozeznání od reálného prostředí. Dále umožňuje vytvářet realistické stíny, odrazy a odlesky, což přispívá k většímu pocitu autenticity. Nicméně, technologie má jednu velkou nevýhodu a tou je vysoká náročnost pro výpočetní výkon. Aktuálně lze tuto technologii používat pouze omezeně, nebo na úkor počtu snímků generovaných za sekundu. V budoucnu by mělo být možné tuto technologii běžně využívat.

#### **7.3.2 OpenGL**

Technologie OpenGL je také velmi kvalitním nástrojem pro renderování. Její autenticita však nedosahuje úrovně raytracingu. Jedním z důvodů je nutnost přednastavení barev, světel, stínů i odlesků. Ty pak nejsou ze všech úhlů a ve všech situacích tolik reálné. Hlavním důvodem, proč se tato technologie využívá je především její úspora výpočetního výkonu. Jde tedy stále o velmi kvalitní render a zároveň s výrazně nižším požadavkem na výkon.

## **7.4 Design**

Virtuální realita pro design je ve Škoda Auto vhodným řešením především díky úspoře na tvorbě fyzických modelů a manipulací s aktuálními modely v reálném čase.

Designu pak také napomáhá tvorba prezentací, kterou lze předvést aktuální design modelu. V rámci těchto prezentací jsou pak konzultovány další kroky především i s představenstvem Škoda Auto.

### **7.4.1 Exteriér**

Design exteriéru ve VR je aktuálně v pilotní fázi. Výsledky jsou uspokojivé. Je však otázkou, zda toto řešení design exteriéru posune.

Největším problémem, s kterým se aktuální design exteriéru potýká je maximální technická výkonnost HMD. Při designu exteriéru je potřeba mít velký odstup od samotného automobilu a tam bohužel HMD pokulhávají s kvalitou obrazu a hloubkou ostrosti. V budoucnu při překonání těchto překážek, můžeme tedy očekávat lepší implementaci designu exteriéru do VR.

### **7.4.2 Interiér**

Skvělým příkladem, kde se VR uplatnila v designu je interiér. Návrhář si může v rámci virtuální reality dobře uvědomit určité ergonomické limity. Lze tedy analyzovat např. dosah a viditelnost určitých dílů. Při práci ve VR je možné také upravovat jednotlivé díly v reálném čase, jako např. jejich pozici a barvu. Převedení designu interiéru do VR byl tedy skvělou volbou pro zvýšení efektivnosti a manipulace s modelem.

## **7.5 Vývoj**

V procesu vývoje ve Škoda Auto existuje určitý počet projektových smyček, které napomáhají k včasnému odladění veškerých větších úprav i menších detailů. V tomto případě se díky virtuální realitě snížil počet fyzických prototypů zhruba na třetinu, což šetří jak náklady, tak i čas. Díky použití virtuálních modelů je totiž možné

rychleji reagovat a dříve získat potřebné připomínky k úpravám. Lze tedy konstatovat, že VR je aktuálně nepostradatelnou součástí vývoje ve Škoda Auto.

### **7.5.1 Virtuální prezentace**

V rámci vývoje jsou využívány virtuální prezentace, které umožňují získat vývojářům a designérům lepší představu o finálním produktu, který může vyjít například až za čtyři roky. Model lze také v rámci možností otestovat k zajištění toho nejlepšího výsledku.

Hlavním vybavením, které tvoří fyzický základ těchto virtuálních prezentací je univerzálně nastavitelná sedačka. Tu je možné nastavit pro jakékoliv konfigurace vozu. Tuto sedačku si můžeme představit jako kompletní kostru automobilu, která má nastavitelnou pozici volantu, sedadel, hloubky i velikosti kufru, dorazové plochy nárazníku a dalších detailů. V autě nalezneme i pomocné zavazadlo. Tímto způsobem dochází k maximalizaci reálné interakce s budoucím automobilem.

Jedním z využívaného technického vybavením pro virtuální realitu je pak HMD Varjo VR, které v rámci rozšířené reality (XR) umožňuje vnímat okolní reálné prostředí. Reálným prostředím je myšlena samotná místnost nebo i ostatní lidé v prostoru. V tomto prostoru je model automobilu, který překrývá nastavitelnou sedačku. Tento model je svázaný s reálným prostředím skrze zachytné body. Varjo VR také zachycuje pohyb rukou, tudíž lze interagovat s objekty zcela bez ovladačů. V budoucnu by bylo ideálním řešením vsadit do VR celého avatara. Dále jsou na předmětech umístěny speciální snímače pohybu, které umožňují přenesení manipulace s těmito objekty do VR. Celá místnost je pak snímána kamerami ART, které vysílají infračervené záření a na základě přijímaného signálu detekují snímače pohybu v prostoru.

V závěru lze tedy říci, že toto řešení je velmi komplexní a nabízí velké propojení s pocitem z reálného modelu. Umožňuje tak lépe reagovat na změny a analyzovat možnosti dalších úprav. Celkově jde o zefektivnění procesu vývoje a snížení nákladů.

Jedná se tedy o další případ užití ve Škoda Auto, kde je vidět, jaké přínosy může mít správné využití virtuální reality.

## **7.6 Pilotní hala**

V pilotní hale můžeme najít velký prostor, který je určený primárně pro virtuální realitu. Velikost tohoto prostoru je z důvodu, aby se zde dal virtuálně promítat automobil a nebylo potřeba užití teleportů v prostoru k manipulaci s prostředím. Celá místnost je tedy vypracována ve stejné velikosti i ve VR. Nalezneme zde vybavení, jako 3D Powerwall společnosti Barco s osmi snímači ART tracking, umožňující přizpůsobit promítaný obraz dle pozice uživatele. Dalším vybavením je také HMD HTC Vive Pro s šesti snímači pohybu a výkonné počítače, pro umožnění výkonnostně náročných operací.

Tým PAP/9 který má tento prostor na starosti, v rámci výkonu své práce musí také testovat zabudovatelnost dílů. Např. při testování kolizí světla, se v tomto procesu ve VR zkouší, zda lze světlo zapasovat na příslušné místo, bez vzniku kolizí, které by tomuto procesu bránily. Testování těchto dílů probíhá ještě před tím, než fyzicky existují, proto lze dobře eliminovat nedostatky v budoucnu. Pro tento proces je potřeba pracovat s nejvyšší kvalitou modelů, proto je i výpočetní výkon těchto procesů velmi náročný a je pro ně potřeba mít tento speciální prostor.



**Obrázek 9: Powerwall vizualizace**

Zdroj: Škoda Auto, 2023

Druhým užitím tohoto prostoru by v budoucnu měl být trénink a školení elektrikářů. Aktuálně je již zpracovaný modul do virtuální reality, kde lze v autě plně sledovat umístění jednotlivých součástí i s příslušným návodem, jak s nimi pracovat. Díky velikosti prostoru, lze s autem manipulovat stejně, jako by byl zaměstnanec v reálném prostředí. Navíc má však průchozí a průhledný automobil, který má identické proporce jako reálný.

## **7.7 Podpora prodeje**

Virtuální realita opravdu podporuje velkou část oblastí ve Škoda Auto a jednou z nich je i prodej. Škoda Auto využívá k podpoře prodeje vlastních produktů formou digitálního marketingu různé prodejní kanály. Na B2C klienty cílí prostřednictvím Škoda car konfigurátoru. Pro B2C partnery buduje systémovou strategii digitalizace obchodní sítě.

### **7.7.1 Car konfigurátor**

Konfigurátor směřuje spíše do oblasti skládání 3D modelů automobilů z jednotlivých dílů, nežli do samotné virtuální reality. Je vhodné však toto téma nepřehlédnout, protože s postupným rozvojem je možné, že bude jednou také součástí komplexnějších řešení ve VR.

Stará se také o převedení a zjednodušení těchto 3D modelů v aplikaci Blender. Tyto modely následně slouží k virtuálním prezentacím a dalším dále nezkoumaným účelům.

### **7.7.2 Digitální showroom**

Digitalizace showroomů u dealerů automobilů Škoda Auto se dostává nyní již do pokročilé fáze tzv. 2D digitalizace. Aktuálně se již zákazník může setkat ve vybraných showroomech s tzv. digitální customer journey, což je zjednodušeně digitální ekosystém front-endových nástrojů určených prodejci (iPad) nebo přímo koncovému zákazníkovi (dotykové displeje). Nejde zde pouze o podporu prodeje samotných vozů, ale také o doplňkovou výbavu, související příslušenství nebo třeba o „Simply Clever“ předměty jako chytré doplňky.



Do prodejního procesu je postupně zaváděna i virtuální realita. Dealer tak může zákazníkovi nabídnout virtuální prohlídku auta, kde si zákazník může nastavit vlastní barvu a výbavu. Zároveň může automobil prezentovat ve 3D prostoru a předvést funkce jako je např. otevírání dveří, rozsvícení světlometů, tok energie z baterie do elektromotoru a případně další zajímavé funkce. K této vizualizaci bývají využívány HMD Meta Quest 2.

Obrovskou výhodou těchto virtuálních vizualizací je, že nové vozy, která jsou již vyrobeny, mají někdy dlouhou dodací lhůtu na prodejnu (často je to déle než 6 měsíců). Za účelem předobjednávky se jeví virtuální realita a 3D vizualizace jako efektivní nástroj k prezentaci možností exteriérových variant i detailů interiérové výbavy jako velmi efektivní nástroj. Na základě této zkušenosti si může zákazník udělat konkrétní představu jak bude vůz vypadat a má vyšší důvěru k uzavření kontraktu pro předobjednávku. Toto řešení napomáhá zákazníkovi se správným finálním rozhodnutím. Podporuje i prodejce s přesvědčovacími procesy ke koupi, protože má k dispozici velmi realistickou prezentaci. Jedná se tedy o ideální řešení s využitím virtuální reality pro klienty (B2C), které napomáhá při prodeji na obou stranách a zajišťuje maximální spokojenost.



**Obrázek 10: Digitální showroom s využitím VR**

Zdroj: Škoda Auto, 2023

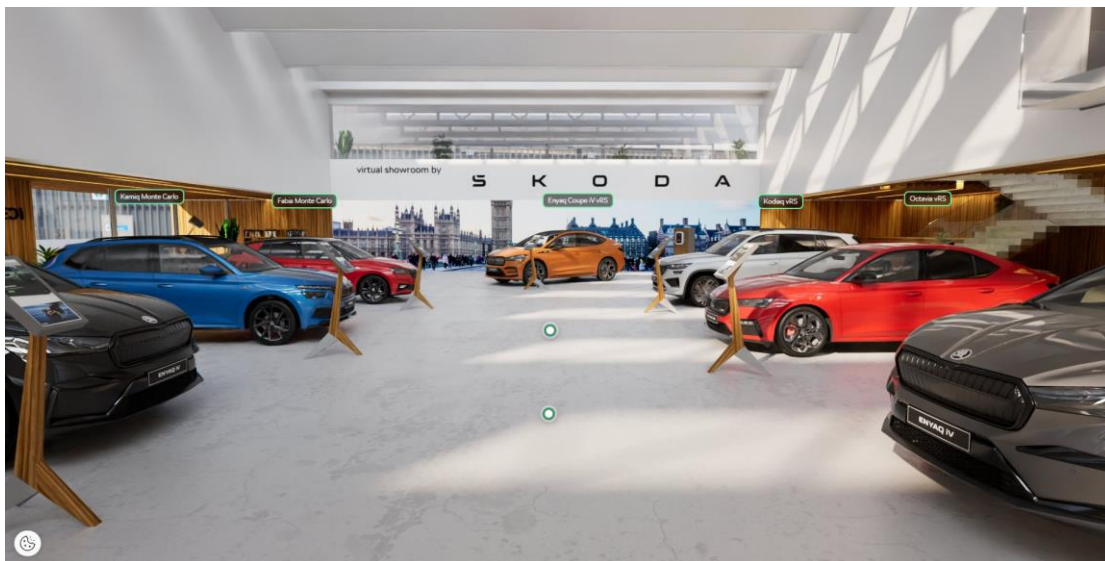
### 7.7.3 Virtuální showroom

Pilotní projekt virtuálních showroomů je prozatím v rané fázi a např. pro český trh není vůbec k dispozici. Jedná se však o zajímavé řešení, kdy jsou ve virtuálním prostředí umístěny 3D modely automobilů, jenž si může zákazník z pohodlí svého domova prohlédnout na webových stránkách Škoda Auto.

Virtuální showroom se skládá z vykreslené scény (Unreal Engine), kde jsou umístěny jednotlivé vozové modely z portfolia Škoda Auto.

Prohlídka probíhá prostřednictvím záchytných body, na které se lze přesunout. Automobil si lze prozkoumat vždy ze čtyř stran. Takto si může zákazník prohlédnout celý showroom a rozhodnout se, který automobil je pro něj nejzajímavější. V případě, že by chtěl vidět automobil ze všech dostupných úhlů nebo v jiné barvě, lze otevřít prostředí pouze s tímto automobilem, kde jej lze otáčet, navolit dostupné barvy a výbavu. Tímto způsobem se lze také dostat do interiéru vozu.

Jedná se o moderní, atraktivní formu prezentace koncovému zákazníkovi, která je v kontextu podpory současného trendu rozvoje digitálních kanálů, velmi zajímavým řešením. Dává zákazníkům k dispozici veřejné virtuální prostředí s věrohodnými modely, jež jsou téměř k nerozeznání od reálných. Lze tak z domova učinit rozhodnutí o automobilu, který zákazníka nejvíce zaujal. Následně pak může jít k reálnému dealerovi již s cíleným požadavkem. Jde tedy o veřejnou prezentaci na široké spektrum zákazníků, v kterém jsou všechny modely natolik poutavé, že lze očekávat i pozitivní vliv a možný dopad na zvýšení prodeje podporovaných vozů.



**Obrázek 11: Virtuální showroom**

Zdroj: Škoda Auto, 2023



**Obrázek 12: Virtuální showroom – Enyaq Coupé iV vRS (exteriér)**

Zdroj: Škoda Auto, 2023



**Obrázek 13: Virtuální showroom – Enyaq Coupé iV vRS (interiér)**

Zdroj: Škoda Auto, 2023

## 7.8 Ergonomie

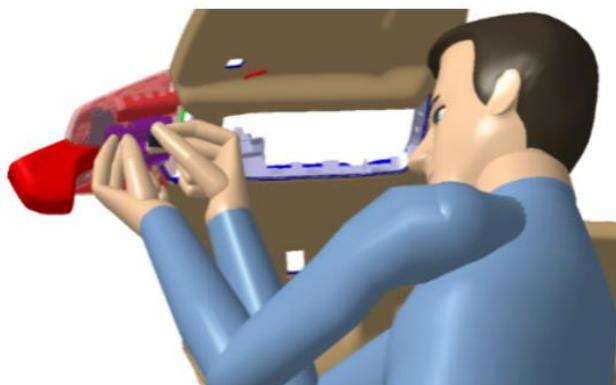
Ergonomie je ve Škoda Auto ohledně virtuální reality poměrně oddělená od jiných oddělení a vyvíjí své vlastní využití nezávisle na ostatních. Ergonomie pilotuje dvě řešení, která se VR týkají.

### 7.8.1 Simulace ergonomie ve VR

Prvním řešením je možnost využití virtuálního avatara v konstrukčním prostředí při vývoji vozu. Mělo by tak jít lépe předcházet ergonomickým potížím, které by mohli nastat při výrobě vozu.

Aktuálně se provádí simulace v programu CATIA. Tento proces je však časově náročný, proto začal pilotní program využití VR.

S využitím VR lze tvorbu simulace zjednodušit, urychlit a snížit náklady. Mělo by jít o přímou interakci ergonomů s modelem automobilu. V tomto případě lze jednoduše zachytit animaci samotného procesu, jelikož se již odehrává v 3D prostředí.



Obrázek 14: Simulace v CATIA

Zdroj: Škoda Auto, 2023



**Obrázek 15: Simulace ve VR**

Zdroj: Škoda Auto, 2023

### **7.8.2 Virtuální realita a duševní pohoda**

Druhým pilotním řešením, je propojení duševní a fyzické pohody ve VR. Ve spolupráci s Innoteamem ve Škoda Auto, který se zaměřuje na inovace a společnosti VR Life, kde se zaměřují na rehabilitace ve zdravotnických zařízeních s pomocí virtuální reality. Cílem tohoto řešení vylepšení psychické kondice zaměstnanců Škoda Auto.

Aktuální vize projektu je taková, že by v prostředí závodu byla k dispozici virtuální realita, která by sloužila zaměstnancům k protažení, uvolnění a navození duševní pohody.

### **7.9 VR tréninky a nástupní školení pro výrobu**

Díky naskytnuté příležitosti bylo možné absolvovat všechny VR tréninky ve Škoda Auto, které má na starosti oddělení pro výrobní systém (PSI-P) pod vedením Petra Vokouna.

Jedná se o komplexní zpracování jednotlivých, nejen výrobních procesů, ve Škoda Auto do virtuální podoby. Tyto tréninky jsou zpracovány ve spolupráci s externí firmou, která také díky této spolupráci se Škoda Auto může vylepšovat a vyvíjet své produkty na vyšší úroveň. Tréninky pak dosahují dle předchozích průzkumů celosvětově velmi vysoké úrovně, protože jen opravdu pokročilé tréninky vedou zaměstnance mimo nastínění postupu i k vylepšení jeho praktických schopností.

Výhodou VR tréninků je to, že umožňují personalizaci tréninku dle potřeb jednotlivých zaměstnanců. Například trénink může být navržen tak, aby se zaměřoval na specifické dovednosti nebo schopnosti, které každý zaměstnanec potřebuje zlepšit. To znamená, že trénink bude efektivnější a produktivnější.

VR také poskytuje zaměstnancům vizuální a interaktivní zážitek, což jim umožňuje lépe si zapamatovat informace a dovednosti, které se jim během tréninku dostanou. Trénink ve VR pak může být mnohem zábavnější a motivující, což vede k většímu zapojení a motivaci zaměstnanců.

### **7.9.1 Lakovna**

Lakování automobilu ve VR by se dalo připodobnit v dříve zpracované teorii k tréninku hasičů. Místo hasícího přístroje má však zaměstnanec Škoda Auto stříkací pistoli. Zároveň je tento trénink v některých ohledech výrazně pokročilejší.

K tomuto tréninku byla vytvořena speciální stříkací pistole, používaná běžně v reálných užitích ve Škoda auto při lakování. Ta byla přenesena jedna ku jedné do virtuální reality. Její reálné funkce přitom byly kompletně zachovány např. síla stisknutí spouště určuje intenzitu lakování. Zároveň je k této pistoli připevněn senzor pro VR, který napomáhá se zachycením pohybu tohoto objektu. Lze tak říci, že práce s virtuální stříkací pistolí téměř bez rozdílu odpovídá realitě.

Průběh tréninku probíhá způsobem, kdy má zaměstnanec před sebou model části auta, kterou má za úkol nalakovat. Vezme si stříkací pistoli a tuto část začne lakovat. Když je proces hotový, ukáže se celkové vyhodnocení. V tomto přehledu lze naléznout statistiky, které ukazují, jaká byla celková procentuální úspěšnost lakování. Také se na modelu zvýrazní místa, kde byl nános laku moc silný, či naopak moc slabý. Tímto způsobem lze tedy velmi dobře navést nového zaměstnance k procesu lakování a naučit jej, jak pracovat co nejefektivněji.

Je třeba si uvědomit, že tento celý trénink probíhá ve virtuální realitě a nejde o program, který by toto vyhodnocení dělal po lakování reálných dílů. Proto je na místě zmínit, že jsou zde tyto náklady ušetřeny. Operativnost těchto tréninků je pak také ve výsledku mnohem méně náročnější než trénink na reálných modelech. Trénink virtuální lakovny tedy šetří náklady i zvyšuje efektivitu tréninků, a to všechno s reálným prožitkem se zpracováním na celosvětově konkurenční úrovni.

### **7.9.2 Obsluha robotů**

Dalším VR tréninkem je obsluha robotů. Zde jde tentokrát spíše o trénink postupu než samotné praktické dovednosti. I tak by však určitě nebylo pravdou, kdyby někdo tvrdil, že je méně důležitý, nebo méně kvalitní. Jedná se o stejný případ jako u lakovny. Jde o trénink, který je jedním z nejlepších svého druhu.

Ve Škoda Auto se používá hojný počet robotů, kdy má každý z nich své specifické ovladače. Je potřeba tedy znát postupy k jejich ovládnutí, které se s každým druhem liší. Mnohdy jde o velmi složité postupy, které se obtížně zapamatovávají, což je jedním z hlavních důvodů, proč tyto tréninky vznikly.

V tomto tréninku je také použito speciálně vytvořené vybavení na míru. Jsou zde speciální ovladače robotů, kde každý druh robota má vytvořený svůj vlastní ovladač, který je totožný s reálným. Zároveň při tréninku drží zaměstnanec v ruce přesně tento ovladač robota, který je vybavený senzory a lze s ním tak manipulovat ve virtuální realitě. Ovladače mají dokonce naprogramované své vlastní funkční rozhraní, které umožňuje přenést všechny procesy z reálného prostředí do toho virtuálního. Tyto nástroje určitě velmi napomáhají s pohlcujícím zážitkem VR. Zaměstnanec tak může získat velmi přesnou představu o tom, co ho čeká v praxi a na své pracoviště přijde již s úplnou znalostí těchto nástrojů a jak s nimi pracovat.

Celý proces tréninku probíhá formou učení postupu, jak pracovat s roboty krok za krokem. Tento postup je doprovázen nápovědou. V případě nejjednoduššího robota např. při zaseknutí, vypadá zjednodušený postup následovně: „Robot hlásí poruchu“; „Vypnout robota“; „Povolit vstup do zóny s robotem“; „Odemčení dveří a

vstup“; „Práce s ovladačem“; „Uvedení robota do výchozí pozice“; „Zjistit závadu“; „Opravení závady“; „Odejít pryč ze zóny s robotem a zamknout“; „Opětovné spuštění robota“. V případě složitějšího robota, kde se nastavují velmi různé parametry, je postup několikanásobně náročnější. Tyto postupy pak slouží k zapamatování si jednotlivých kroků a vlastní osobní automatizaci úkonů.

Hlavní výhodou tohoto tréninku je nepotřebnost reálných robotů. Protože je postup opravdu 100% identický, není reálného robota potřeba v průběhu zaučení vůbec použít. Tyto roboti jsou velmi nákladní a kdyby se měli zaměstnanci učit na právě využívaných robotech, zastavila by se tím výroba, což jsou pro Škoda Auto obrovské a zbytečné náklady. Další výhodou je také snížení potřebného prostoru pro výuku. Celkově tedy trénink ve virtuálním prostředí šetří mnoho nákladů a užité plochy.

Jedná se také o jeden z mála celostních virtuálních tréninků, který byl schopný kompletně nahradit trénink v reálném prostředí do bodu, kdy již reálný trénink není vůbec potřeba.

### **7.9.3 Logistika**

Posledním VR tréninkem, který má sloužit k reálnému vylepšování dovedností zaměstnanců, je v oblasti logistiky. Zde se kombinují obě předchozí řešení ve smyslu, kdy v tomto případě jsou rozvíjeny praktické dovednosti i osobní automatizace postupu.

Logistika je ve Škoda Auto poměrně velmi rozšířeným oborem, protože převoz, vykládka a nakládka zboží jsou pro tuto firmu jednou z nepostradatelných oblastí. V rámci logistiky řešíme správnou manipulaci s nákladem, která je potřeba každodenně bezchybně provádět.

Používá se zde více možností virtuální reality. Jednou je práce s brýlemi ve virtuální realitě a druhou je práce s pomocí dotykových obrazovek. Nejdříve je potřeba rozlišit dvě stanoviště, kde jsou tréninkové úkony prováděny. Jedním je dotyková televize, zde zaměstnanci řeší správné postupy při jednotlivých úkonech. Druhým je



volant s pákou a dotykovou obrazovkou pro ovládání virtuálního vysokozdvížného vozíku. Na tomto stanovišti se pak zaměstnanec naučí správnou manipulaci s tímto vozidlem. V tomto případě již nepoužíváme přesné a identické vybavení z výroby jako v předchozích případech v celém procesu. Avšak páka a monitor k ovládání vozíku jsou identické a zajišťují tu nejdůležitější operaci, která je potřeba nejpraktičtěji zachytit.

Trénink probíhá v uzavřeném, ohraničeném prostoru, kde se nachází dvě stanoviště. Jedním je dříve zmíněné řízení vozíku a druhým je dotyková televize. Zaměstnanec v průběhu tréninku střídá tato stanoviště a plní potřebné úkony ke splnění celého procesu. Na příkladu výměny baterie ve vozíku vypadá proces následovně: „Vozík potřebuje vyměnit baterii“; „Dojetí k bateriím“; „Absolvování postupu výměny“; „Vyjetí ze stanoviště“. Ve virtuální realitě je pak pracovník naváděn nápovědami, které tak zjednodušují celý proces a nenechávají nikoho zbytečně dlouho tápat.

Tento trénink má samozřejmě také mnoho předností. Jednou z nich je např. velké množství procesů, které lze v rámci tohoto tréninku projít. Také se v tréninku pohybujeme v prostorách, které se ve Škoda Auto opravdu nacházejí. Proto zaměstnanci, kteří následně do těchto prostor nastupují, přesně vědí, co očekávat a jak postupovat. V těchto trénincích lze také zaznamenávat statistiky, kde máme ukázanou úspěšnost jednotlivých uživatelů a zároveň celkový přehled. V tomto přehledu můžeme naleznout celkový počet účastníků apod.

Celkově lze tedy říci, že se jedná o trénink, který také v budoucnu dokáže zcela nahradit reálné prostředí. Proto je třeba se rozvoji těchto technologií i nadále věnovat.

#### **7.9.4 Úvod do e-mobility**

Zde nejde přímo o trénink zaměstnanců do výroby. Avšak jde o školení přístupné pro všechny zaměstnance Škoda Auto, které hravým způsobem ukazuje, jak funguje auto na elektřinu.

Můžeme zde například vidět, jak funguje pohon na přední či všechna čtyři kola. Lze také nahlédnout do procesu, jak se nabíjí baterie v rámci jednotlivých obvodů. V poslední řadě pak můžeme vidět, jak jsou v autě umístěny důležité komponenty. Tyto komponenty je pak možné zábavnou formou rozkládat a skládat do automobilu. Jednou z největších technických předností je však zapojení více uživatelů do virtuální reality najednou, kdy mohou všechny zmíněné procesy absolvovat společně.

Nejde tedy o trénink, který by nutně ušetřil velké množství peněz, avšak jde o velmi zajímavou položku vzdělávání, kterou může Škoda Auto věnovat zaměstnancům a zlepšit tak obecný přehled o e-mobilitě a jejím fungování.

## 8 Shrnutí výsledků

Škoda Auto věnuje nemalou část investic do vývoje, díky čemuž se může věnovat ve velkém měřítku i odvětví virtuální reality na takové úrovni, ke které se těžko dostanou např. středně velké firmy. Škoda Auto tak může dosahovat skvělých výsledků a stále přicházet s novinkami, které posouvají automobilový průmysl kupředu.

V rámci virtuální reality Škoda Auto opravdu prosazuje velmi moderní postupy a zároveň drží krok s využíváním nových technologií. Díky tomu Škoda Auto může VR využít v následujících odvětvích.

Design, vývoj a pilotní testování automobilů jsou jedním z hlavních uživatelů VR. Funkce a postupy spojené s touto technologií napomáhají Škoda Auto s navyšováním efektivity a snížení nákladů. VR je dnes již nepostradatelnou součástí vývojového procesu. Ve virtuální realitě lze také prohlížet již připravené modely k prodeji. Tato podpora prodeje dodává zákazníkovi větší jistotu koupě správného produktu a prodejci lepší argumentaci při samotném prodeji. Díky tomu je možné dosáhnout maximální spokojenosti na obou stranách. Dalším uživatelem jsou VR tréninky, které jsou ve Škoda Auto velmi pokročilé. Aktuálně dostupnými tréninky jsou lakování automobilu, obsluha robotů, logistika a úvod do e-mobility. Zaměstnanci se zde učí nejen obyčejný postup, ale i samotnou zdatnost v praktických dovednostech. Proto tyto tréninky dosahují celosvětově velmi vysoké úrovně a vyrovnají se i těm nejpokročilejším konkurenčním VR tréninkům. Dále je ve Škoda Auto oddělení ergonomie, které pilotuje projekty s využitím VR. Jedním je správné hodnocení pracovních procesů ve výrobě a druhým je duševní pohoda všech zaměstnanců Škoda Auto.

Toto jsou jedny z hlavních důvodů, proč je Škoda Auto jednou z nejlepších automobilek světa a stálou českou jedničkou (Auta.cz, 2023).

## 9 Závěry a doporučení

Virtuální realita je prozatím stále v rané fázi, kdy nedokáže vždy zcela nahradit reálné prostředí. Je však důležité na virtuální realitu nezanevřít, protože i tak lze díky VR efektivněji a s nižšími náklady dosáhnout v určitých oblastech lepších výsledků.

Dle výzkumu lze dodat určitá doporučení. Důležitou částí implementace virtuální reality do firemních procesů je vždy důkladné zvážení všech výhod a nevýhod, protože ne vždy je řešení pomocí virtuální reality vhodné. V aktuální době není VR na takové úrovni, aby plně nahradila fyzické objekty a celé reálné prostředí, proto je důležité brát tuto problematiku v potaz. V některých případech je tedy vhodné použít hybridní řešení, kde se propojí VR a reálné objekty.

Škoda Auto je v rámci souladu s výsledky zkoumané literatury na velmi vysoké úrovni v používání VR technologií. Společnost je tedy v rozvoji užití virtuální reality na pokročilé úrovni.

Přečtením obsahu textů zahrnutých v této bakalářské práci lze získat aktuální přehled o virtuální realitě. Toto může být následně využito pro další výzkumné zpracování, nebo k vhodnému určení technologií pro svůj byznys. Nelze tedy dohledat detailní návody těchto řešení. Práce zároveň nebyla zpracovávána odborníkem na specializace, jako je architektura, medicína, či vzdělávání, proto je třeba brát ohled na zjednodušené zpracování těchto oblastí a případně jej dále prozkoumat.

Jednotlivé odborné oblasti zkoumání byly natolik obsáhlé, že je v této práci nebylo možné komplexněji zpracovat. Bylo možné pouze získat pomyslný přehled s ukázkou jednotlivých příkladů ve vybrané společnosti. Zkoumání těchto oblastí by se dalo rozvětvit na nová samostatná témata, jež by byla zpracovaná více do detailu. Doporučené návrhy jsou např. „Využití VR v medicíně“, „Vzdělávání s podporou VR“, či „VR tréninky“.

## 10 Seznam použité literatury

- [1] Alena Kostyk, Jie Sheng, VR in customer-centered marketing: Purpose-driven design. *Business Horizons*. 2023, vol. 66, Issue 2, Pages 225-236, ISSN 0007-6813 (Také dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S000768132200074X>)
- [2] AmazeVR, 'AmazeVR Megan Thee Stallion VR Concert' App Trailer. In: YouTube [online] 23.11.2022. [cit. 18.03.2023]. Dostupné z: [https://www.youtube.com/watch?v=sZgav0w-6k0&ab\\_channel=AmazeVR](https://www.youtube.com/watch?v=sZgav0w-6k0&ab_channel=AmazeVR)
- [3] Amazing TechLife. Virtual Reality Contact Lens | Eye Tracking Display Possible Inside Contact Lens! In: Youtube [online] 6.9.2022. [cit. 17.03.2023] Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=meILy2htl74>
- [4] Andrzej Grabowski, Practical skills training in enclosure fires: An experimental study with cadets and firefighters using CAVE and HMD-based virtual training simulators. *Fire Safety Journal*, 2021, Volume 125, ISSN 0379-7112 (Také dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0379711221001818>)
- [5] Ben Plays VR, Free VR Film. In: YouTube [online] 02.09.2018. [cit. 18.03.2023]. Dostupné z: [https://www.youtube.com/watch?v=\\_exWd8zVEP4&ab\\_channel=BenPlaysVR](https://www.youtube.com/watch?v=_exWd8zVEP4&ab_channel=BenPlaysVR)
- [6] Bilal Sikkander. [How digital transforms architecture, engineering, and construction] In: LinkedIn [online]. 10.01. 2023 [cit. 2022-17-01]. Dostupné z: <https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:ugcPost:7018468981032329216?commentUrn=urn%3Ali%3Acomment%3A%28ugcPost%3A7018468981032329216%2C7018493462786293760%29>
- [7] Caglar Yildirim, Cybersickness during VR gaming undermines game enjoyment: A mediation model. *Displays*. 2019, Volume 59, Pages 35-43, ISSN 0141-9382 (Také dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141938219300137>)
- [8] CNA Insider, Inside The Metaverse: How Will We Live In Virtual Reality? | Talking Point | Full Episode. In: Youtube [online] 12.9.2022. [cit. 24.03.2023] Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=10sFYfmPyto>
- [9] Daniel Ahmad [Beat Saber VR had an esports tournament in China last week...] In: Twitter [online] 20.10.2020 [cit. 2023-03-18]. Dostupné z: <https://twitter.com/ZhugeEX/status/1318635798804168704>
- [10] Daping Chu, Jia Jia, Jhensi Chen, Digital Holographic Display, In: Bob D. Guenther, Duncan G. Steel, *Encyclopedia of Modern Optics (Second Edition)*, University of Cambridge, Cambridge, United Kingdom, Elsevier, 2018, Pages 113-129, ISBN 9780128149829. (Dostupné také z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128035818096144>)
- [11] David David, Edwin, Edward Arman, Hikari, Natalia Chandra, Nadia Nadia, Development of Escape Room Game using VR Technology. *Procedia Computer Science*. 2019, vol. 157, Pages 646-652, ISSN 1877-0509 (Také

- dostupné z:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050919311421>
- [12] DeadlyDeal, VR Quest 2 - Bigscreen Cinema. In: YouTube [online] 04.08.2021. [cit. 18.03.2023]. Dostupné z:  
[https://www.youtube.com/watch?v=gBy7JecoKJ8&ab\\_channel=DeadlyDeal](https://www.youtube.com/watch?v=gBy7JecoKJ8&ab_channel=DeadlyDeal)
- [13] Georgi Kostov, Josef Wolfartsberger, Designing a Framework for Collaborative Mixed Reality Training, *Procedia Computer Science*, 2022, Volume 200, Pages 896-903, ISSN 1877 0509, (Také dostupné z:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050922002964>
- [14] HORVÁTHOVÁ, Dana, Patrik VOŠTINÁR, Martin MITTER. (2020). *Extended Reality in Education*. In: DIVAI 2020: 13th International Scientific Conference on Distance Learning in Applied Informatics. Štúrovo, Slovakia: conference proceedings. Prague: Wolters Kluwer, 2020. ISBN 978-80-7598-841-6. ISSN 2464-7470. (Také dostupné z:  
[https://www.researchgate.net/publication/344547701\\_Extended\\_Reality\\_in\\_Education](https://www.researchgate.net/publication/344547701_Extended_Reality_in_Education))
- [15] JASENOVCOVA, Lucia. What is augmented reality and how does AR work?. In: *Resco – Mobile Solutions for Field Workforce | Resco.net* [online]. Resco spol. s.r.o. © 2023, [cit. 18.03.2023]. Dostupné z:  
<https://www.resco.net/blog/what-is-augmented-reality-and-how-does-ar-work/>
- [16] Jesús Vera, Danica Janicijevic, Sergio Miras-Moreno, Alejandro Pérez-Castilla, Raimundo Jiménez, Beatriz Redondo, Amador García-Ramos, Intraocular pressure responses to a virtual reality shooting simulation in active-duty members of the Spanish Army: The influence of task complexity. *Physiology & Behavior*. 2022, vol. 256, Pages 0031-9384, ISSN 0031-9384 (Také dostupné z:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031938422002633>
- [17] Jinzhen Dou, Chang Xu, Shanguang Chen, Chengqi Xue, Xingsen Li, AR HUD Interface Optimization Model for Balancing Driver's Visual Sensitivity and Fatigu. *Procedia Computer Science*. 2022, vol. 214, pages 1568-1580, ISSN 1877-0509. (Také dostupné z:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050922020579>
- [18] Juan Manuel Davila Delgado, Lukumon Oyedele, Peter Demian, Thomas Beach, A research agenda for augmented and virtual reality in architecture, engineering and construction. *Advanced Engineering Informatics*. 2020, vol. 45. ISSN 1474-0346. (Také dostupné z:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1474034620300914>
- [19] LANG, Ben. VRChat Hits Record 24,000 Concurrent Users Spurred by Quest 2. In: *Road to VR – Virtual Reality News* [online]. Road to VR © 2023, [cit. 18.03.2023]. Dostupné z: <https://www.roadtovr.com/vrchat-record-concurrent-users-traffic-quest-2/>
- [20] Learning and Technology with Frank. *Metaverse for Education - 5 Ways to use Virtual Reality in School* -. YouTube [online] 14.12.2021. [cit. 18.03.2023]. Dostupné z:  
[https://www.youtube.com/watch?v=WogQ0X4ITHM&ab\\_channel=Learnin gandTechnologywithFrank](https://www.youtube.com/watch?v=WogQ0X4ITHM&ab_channel=Learnin gandTechnologywithFrank)

- [21] Mareen Allgaier, Vuthea Chheang, Patrick Saalfeld, Vikram Apilla, Tobias Huber, Florentine Huettl, Belal Neyazi, I. Erol Sandalcioglu, Christian Hansen, Bernhard Preim, Sylvia Saalfeld, A comparison of input devices for precise interaction tasks in VR-based surgical planning and training. *Computers in Biology and Medicine*. 2022, vol. 145, ISSN 0010-4825 (Také dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0010482522002219>)
- [22] MARR, Bernard. 10 Best Examples Of VR And AR In Education. In: *Forbes* [online]. Forbes © 2023, 23.07.2021 [cit. 18.03.2023] Dostupné z: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2021/07/23/10-best-examples-of-vr-and-ar-in-education/?sh=8d66df41f482>
- [23] Mike O'Brien, I REPLACED My Laptop With A Virtual Reality Headset (Meta Quest Pro) In: *Youtube* [online] 10.11.2022 [cit. 17.03.2023]. Dostupné z: [https://www.youtube.com/watch?v=51IBgkw3GJI&ab\\_channel=MikeO%27Brien](https://www.youtube.com/watch?v=51IBgkw3GJI&ab_channel=MikeO%27Brien)
- [24] MITK12Videos, MIT Explains: How Does Virtual Reality Work? In: *Youtube* [online] 22.4.2016. [cit. 17.03.2023]. Dostupné z: [https://www.youtube.com/watch?v=-Kovxf6g0mo&ab\\_channel=MITK12Videos](https://www.youtube.com/watch?v=-Kovxf6g0mo&ab_channel=MITK12Videos)
- [25] Mohamed Darwish, Shaimaa Kamel, Ayman Assem, Extended reality for enhancing spatial ability in architecture design education. *Ain Shams Engineering Journal*. 2023, vol. 14, Issue 6, ISSN 2090-4479 (Také dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2090447922004154>)
- [26] Nick Hedley, 1.24 - Augmented Reality and GIS In: Bo Huang, *Comprehensive Geographic Information Systems*, Simon Fraser University, Burnaby, BC, Canada, Elsevier, 2018, Pages 355-368, ISBN 9780128047934. (Dostupné také z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780124095489096226>)
- [27] Pascal Bornet. [How digital transforms architecture, engineering, and construction] In: *LinkedIn* [online] 2023-16-01. [cit. 2023-17-01]. Dostupné z: [https://www.linkedin.com/posts/pascalbornet\\_construction-ar-augmentedreality-activity-7018468981611106304-yMBT?utm\\_source=share&utm\\_medium=member\\_desktop](https://www.linkedin.com/posts/pascalbornet_construction-ar-augmentedreality-activity-7018468981611106304-yMBT?utm_source=share&utm_medium=member_desktop)
- [28] Philipp Braun, Michaela Grafelmann, Felix Gill, Hauke Stolz, Johannes Hinckeldeyn, Ann-Kathrin Lange, Virtual Reality for Immersive Multi-User Firefighter Training Scenarios. *Virtual Reality & Intelligent Hardware*, 2022, Volume 4, Issue 5, Pages 406-417, ISSN 2096-5796 (Také dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S209657962200081X>)
- [29] R&D\_Filmakademie, FMX2018 Interactive VR Cinema Conscious Existence. In: *YouTube* [online] 13.7.2018. [cit. 18.03.2023]. Dostupné z: [https://www.youtube.com/watch?v=iD0zXZNRyQw&ab\\_channel=R%26D\\_Filmakademie](https://www.youtube.com/watch?v=iD0zXZNRyQw&ab_channel=R%26D_Filmakademie)
- [30] Riccardo Monica, Jacopo Aleotti, Improving virtual reality navigation tasks using a haptic vest and upper body tracking. *Displays*. 2023, vol. 78,

- ISSN 0141-9382 (Také dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141938223000501>)
- [31] Ruggiero Lovreglio, Daphney-Chloe Ngassa, Anass Rahouti, Daniel Paes, Zhenan Feng, Alastair Shipman, Prototyping and testing a virtual reality counterterrorism serious game for active shooting. *International Journal of Disaster Risk Reduction*. 2022, vol. 82, ISSN 2212-4209 (Také dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212420922005027>)
- [32] Ryan Yung, Catheryn Khoo-Lattimore, Leigh Ellen Potter, VR the world: Experimenting with emotion and presence for tourism marketing. *Journal of Hospitality and Tourism Management*. 2021, vol. 46, Pages 160-171, ISSN 1447-6770 (Také dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1447677020302436>)
- [33] Sense Arena [online]. 11 Cabot Rd, Woburn, MA 01801, United States, Sense Arena ©2023 <https://www.sensearena.com/> [cit. 27.01.2023]. Dostupné z: <https://www.sensearena.com/>
- [34] Snorri Snorkling VR | Europa-Park Erlebnis-Resort [online]. Rulantica GmbH & Co Mack KG, Roland-Mack-Ring 1, 77977 Rust, Germany, Europa-Park GmbH & Co Mack KG © 2023 <https://www.europapark.de/de> [cit. 18.03.2023]. Dostupné z: <https://www.europapark.de/en/rulantica/attractions/snorri-snorkling-vr>
- [35] Timothy Revell, Pilot a drone with your entire body. *New Scientist*. 2017, Volume 234, Issue 3130, Page 9, ISSN 0262-4079 (Také dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0262407917311466>)
- [36] VRpilot. Virtual Reality & Flight Training – VRpilot [online]. Skavholmvej 3 B, 8520 Lystrup, Denmark, ©2023 <https://vrpilot.aero/> [cit. 18.03.2023] Dostupné z: <https://vrpilot.aero/virtual-reality-flight-training/>
- [37] William R. Sherman, Alan B. Craig, Virtual Reality. In: Hossein Bidgoli, *Encyclopedia of Information Systems*, California State University, Bakersfield, California, Elsevier, 2003, Pages 589-617, ISBN 9780122272400. (Dostupné také z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B0122272404001945>)
- [38] XR Today Team. The Best Haptic VR Devices and Innovations for 2022. In: *XR Today – XR Industry News – Extended Reality News* [online]. Today Digital © 2023, 09.02.2022 [cit. 18.03.2023]. Dostupné z: <https://www.xrtoday.com/virtual-reality/the-best-haptic-vr-devices-and-innovations-for-2022/>
- [39] Zen. Are Internet Providers Ready for VR? In: *Virtual Reality Pop* [online]. Zen, ©2016, 29.9.2016 [cit. 2023-03-17]. Dostupné z: <https://virtualrealitypop.com/are-internet-providers-ready-for-vr-ba0b88f89110>
- [40] Žebříček nejprodávanějších modelů v České republice v roce 2022. In: *Auta.cz | prodej automobilů, inzerce aut* [online]. Auta.cz © 2023, 18.01.2023 [cit. 19.04.2023]. Dostupné z: <https://www.auta.cz/clanek/nejprodavanejsi-vozy-v-cr-za-rok-2022/>



# 11 Přílohy

## 1) Zadání bakalářské práce



Univerzita Hradec Králové  
Fakulta informatiky a managementu

### Zadání bakalářské práce

<b>Autor:</b>	<b>Jiří Tomášek</b>
Studium:	I2000542
Studijní program:	B0688A140001 Informační management
Studijní obor:	Informační management
<b>Název bakalářské práce:</b>	<b>Možnosti využití virtuální reality</b>
Název bakalářské práce AJ:	Virtual reality application

#### Cíl, metody, literatura, předpoklady:

Cíl práce: Cílem je představit virtuální realitu a analyzovat její uplatnění v prostředí společnosti ŠKODA AUTO. Práce je v rámci jejího cíle dále zaměřena na analýzu kategorií virtuální reality, popis fungování virtuální reality a případy jejího využití v různých odvětvích podnikatelské sféry. Rovněž je v práci popsán aktuální stav zkoumaného tématu (především novinky a problematiky spojené s virtuální realitou a jejím vývojem).

#### Osnova:

1. Úvod
2. Cíl práce
3. Metodika zpracování
4. Základní rozdělení virtuální reality
5. Historie virtuální reality
6. Jak funguje virtuální realita
7. Vlastní zkušenost s virtuální realitou
8. Využití v specifických oblastech
9. Použití v reálných společnostech
10. Nedostatky virtuální reality
11. Zajímavosti a novinky ze světa virtuální reality
12. Shrnutí výsledků
13. Závěry a doporučení

Juan Manuel Davila Delgado, Lukumon Oyedele, Peter Demian, Thomas Beach, A research agenda for augmented and virtual reality in architecture, engineering and construction, *Advanced Engineering Informatics*, Volume 45, 2020, 101122, ISSN 1474-0346, Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1474034620300914>

Georgi Kostov, Josef Wolfartsberger, Designing a Framework for Collaborative Mixed Reality Training, *Procedia Computer Science*, Volume 200, 2022, Pages 896-903, ISSN 1877 0509, Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050922002964>

Susana Arango, Benjamin Gorbaty, Nicholas Tomhave, Daniel Shervheim, David Buyck, Samantha Porter, Paul A. Iazzo, Tjörvi E. Perry, A High-Resolution Virtual Reality-Based Simulator to Enhance Perioperative Echocardiography Training, *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, 2022, ISSN 1053-0770, Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1053077022006000>

JHarknett, M. Whitworth, D. Rust, M. Krokos, M. Kearn, A. Tibaldi, F.L. Bonali, B. Van Wyk de Vries, V. Antoniou, P. Nomikou, D. Reitano, S. Falsaperla, F. Vitello, U. Becciani, The use of immersive virtual reality for teaching fieldwork skills in complex structural terrains, *Journal of Structural Geology*, Volume 163, 2022, 104681, ISSN 0191-8141, Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0191814122001730>

Ruggiero Lovreglio, Ngassa Daphney-Chloe, Anass Rahouti, Daniel Paes, Zhenan Feng, Alastair Shipman, Prototyping and testing a virtual reality counterterrorism serious game for active shooting, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, Volume 82, 2022, 103283, ISSN 2212-4209, Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212420922005027>

Zadávající pracoviště:	Katedra managementu, Fakulta informatiky a managementu
Vedoucí práce:	Ing. Václav Zubr, Ph.D.
Datum zadání závěrečné práce:	15.10.2021